Prix Laroze 1909 (2)

CHIMISME INTESTINAL
DES
GRAISSES ALIMENTAIRES
ET LEUR DOSAGE EN COPROLOGIE.



PAR
M. ROUSSELET (Albert),
Docteur de l'Université de Paris (Pharmacie),
Pharmacien de 1re classe,
Ancien Interne des Hôpitaux de Paris.

1909

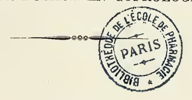
Prix Laroze 1909 (2)

CHIMISME INTESTINAL

DES

GRAISSES ALIMENTAIRES

ET LEUR DOSAGE EN COPROLOGIE.



INTRODUCTION.

Nombreux sont les cliniciens qui, de tout temps, ont examiné les matières fécales de leurs malades afin d'y puiser un élément quelconque de diagnostic.

Sans remonter à Hippocrate, on peut se convaincre à la lecture que les praticiens d'autrefois omettaient rarement de noter la couleur, la consistance et la forme des selles, même au cours d'affections où le tube digestif n'était pas en cause.

A la suite des découvertes d'Harvey (Circulation du sang, 1619), de Lavoisier (Chimie respiratoire, 1777) et de Laënnec (Auscultation, 1822), des nouvelles méthodes de diagnostic furent créées qui discréditèrent l'examen des fèces ou du moins le firent considérer comme superflu dans tous les cas où il ne s'agissait pas d'affections gastro-intestinales patentes.

Pour établir le bilan nutritif général d'un individu, c'est-à-dire pour voir si ses dépenses organiques sont supérieures à ses recettes, il n'y a qu'une seule manière de juger s'il y a un déficit : c'est de faire parallèlement l'analyse de ses déchets organiques. Ces déchets sont de trois sortes : déchets respiratoires, déchets urinaires, déchets fécaux.

L'étude des déchets respiratoires ne nous renseigne pas suffisamment au point de vue clinique en ce sens qu'elle est incomplète, et de plus elle nécessite pour être parfaite un outillage spécial, un personnel très exercé et les expériences ne sont pas toujours faciles à réaliser.

Quant aux déchets urinaires, ils ont fait l'objet de nombreux travaux, tous aussi variés.

La seule mesure des excreta urinaires ne nous renseigne en effet ni sur les anomalies de la digestion, ni sur les défauts de l'utilisation des aliments ingérés. Tel malade, qui émet des urines normales, pourra présenter des troubles dyspeptiques d'origine gastrique ou intestinale, traduits par une élimination exagérée de matériaux alimentaires non utilisés. Et sans parler de ces affections graves du pancréas ou du foie où les selles sont manifestement lientériques et graisseuses au point que la graisse y est visible à l'œil nu, n'existe-t-il pas d'autres affections telles que le rachitisme ou la chlorose qui s'accompagnent d'émissions urinaires et fécales, normales en apparence, et dont la cause paraît cependant devoir être attribuée à un défaut d'utilisation, c'est-à-dire d'absorption digestive de la matière minérale.

Quand on considère la place importante que s'est acquise, à juste titre, la séméiologie urinaire dans le diagnostic d'affections qui sont liées à certains troubles de la nutrition, on peut s'étonner que la Coprologie soit regardée comme accessoire et négligeable.

Si l'analyse des urines nous renseigne sur la grandeur de la désassimilation des tissus ou des principes assimilés qui concourent à leur réparation, si, en d'autres termes, elle nous donne la mesure de l'intensité des échanges nutritifs, elle ne nous apprend rien, par contre, des anomalies que peuvent présenter les actes digestifs préparatoires. La Coprologie nous apparaît donc comme le complément nécessaire, sinon indispensable, de l'urologie.

Malheureusement, nous ne connaissons encore que fort peu de chose de cette science; ce n'est pas qu'il manque de travaux sur l'étude des féces, mais ceux-ci, épars dans les publications diverses, ne visent le plus souvent qu'un point de vue particulier. Ainsi, au *point de vue physiologique,* on a recherché la part qui revenait aux aliments et aux sécrétions des glandes digestives dans la composition des excréments.

Les travaux de Rübner en 1879 sur les variations de quantité et de composition des féces suivant l'alimentation, ceux de C. Voigt, de Dastre et de Muller (1884) sur la présence des graisses dans les fèces et leur constitution chimique, etc., en font foi.

Au *point de vue bactériologique* et *parasitologique,* on s'est adressé à ces examens pour rechercher la cause d'une maladie ou la nature de telle ou telle affection.

Il suffit de citer les travaux de Vignal en 1887 et ceux de Ham-

merl en 1897 sur la bactériologie des fèces; ceux de Gilbert et Dominici en 1894 sur l'action du régime lacté comme facteur important de la diminution du nombre des bactéries dans les fèces, et ceux de Guiart et Grimbert en 1908, dont l'étude technique, si habilement consignée dans leur *Précis de diagnostic,* a définitivement mis à jour cette question si délicate.

Au *point de vue chimique proprement dit,* on peut dire que l'examen des fèces a été beaucoup négligé.

On a surtout envisagé la composition des fèces, ainsi que leurs différentes parties constituantes et leurs proportions.

Les premières recherches d'ordre chimique ne datent guère que de 1848. A cette époque, les travaux de Wehsarg et de Rogers sur la composition des fèces sont très appréciés; puis viennent ceux de Grandeau, Leclerc et Muller en 1884 sur le même sujet. Il ne faut pas oublier ceux de Wegscheider, d'Uffelmann et de Ch. Michel, car ils étudient la composition des fèces, non plus chez les adultes, mais chez les nourrissons en particulier.

Un peu plus tard, on examine en détail les différentes parties constituantes des fèces de l'homme.

Ainsi Mœller, en 1897, s'occupe spécialement des substances végétales de fèces; Kermauner (1897), des fibres musculaires; Menicanti et Praussnitz, de la cellulose; Weintraud en 1895, Petren (1898-99) et Micko (1900), des bases xanthiques; Rübner, en 1879; Gründzach (1893) et Blauberg (1897), des matières minérales; Müller, en 1884, des graisses.

Au *point de vue pathologique,* certains tirèrent de l'exploration fonctionnelle de l'intestin, par les moyens analytiques, des conclusions utiles à la clinique. Ainsi en témoignent les travaux de Nothnagel en 1884, de Boas en 1889, de Schmidt et Strassbürger en 1902, de von Jacksh, etc., et, en France, ceux de Legendre, Mathieu et Bezançon.

Un fait qui a toujours attiré l'attention des cliniciens est la présence d'un excès de graisses à la surface des matières fécales. On a constaté de plus que cette stéarrhée coïncidait avec la coloration jaune des téguments. Par la suite, on a vu qu'en faisant l'analyse chimique de telles fèces il y avait quelque rapport entre la quantité de graisses excrétées et certaines variations pathologiques dans le fonctionnement des glandes annexes de l'appareil digestif, le foie et le pancréas, indiquant par là même un trouble de l'absorption des graisses.

Par l'analyse qualitative des graisses, c'est-à-dire les proportions existantes entre les graisses neutres, les acides gras et les savons

contenus dans les excreta, on peut donc ébaucher le moyen de diagnostiquer les affections biliaires et pancréatiques, puisque dans ces maladies les graisses se trouvent rejetées dans les féces. L'analyse quantitative pourra donner d'utiles renseignements; mais, jointe à l'analyse qualitative, elle permettra d'explorer le tube digestif et de connaître le fonctionnement de telle ou telle de ses parties.

Maintenant, pour en déduire les considérations diagnostiques, il ne reste plus qu'à établir le bilan nutritif général en utilisant un des nombreux procédés analytiques connus. Mais, comme nous le verrons par la suite, toutes ces méthodes, quelque séduisantes qu'elles soient en théorie, sont d'une application plutôt restreinte, à cause des nombreuses erreurs dont elles sont entachées.

Cette question de l'analyse chimique des fèces, loin d'être élucidée, demandait encore de nombreuses recherches. C'est dans le but de combler cette lacune que nous avons dirigé nos efforts de ce côté en entreprenant l'étude chimique de l'utilisation des graisses, tant au point de vue physiologique que pathologique.

Dans cet ordre d'idées, nous avons divisé notre travail en quatre parties :

I. Après avoir donné un rapide aperçu de la composition chimique des graisses alimentaires et de leurs principales propriétés, nous traiterons physiologiquement de la digestion et de l'absorption intestinales de ces mêmes graisses, d'abord à l'état normal, puis dans certains cas pathologiques d'affections biliaires et pancréatiques.

II. Nous passerons ensuite la revue critique des différentes méthodes d'analyse coprologique employées jusqu'à ce jour, en insistant sur leurs avantages et sur leurs inconvénients.

III. Nous proposerons ensuite une méthode d'analyse pratique que nous étudierons dans ses résultats comparativement avec les autres.

IV. Enfin, de cet examen général, nous déduirons les conclusions pratiques que nous nous croirons autorisé à admettre.

Qu'il nous soit permis au début de ce travail d'exprimer nos sentiments de plus sincère gratitude à notre Maître, M. le professeur Grimbert, qui a bien voulu accepter la présidence de cette Thèse et qui nous a si complaisamment guidé et encouragé au cours de nos recherches.

Cette tâche nous a été également facilitée, grâce aux conseils éclairés de M. le Dr Brault, Médecin en chef de l'Hôpital Lariboisière,

dont les indications nous furent si précieuses pour le choix judicieux des malades et l'administration parfois délicate des repas d'épreuve destinés à nos analyses.

Qu'il reçoive donc ici l'assurance de notre profonde reconnaissance.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Rübner, *Ueber die Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmcanal des Menschen* (*Z. B.*, t. XV, 1879, p. 115–203).

2. C. Voigt, *Physiologie des Allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung* (*Hermann's Handbuch*, Leipzig, 1881).

3. Dastre, *Archives de Physiologie*, 5e série, t. III, 1891.

4. F. Müller, *Ueber des normalen Koth des Fleischfresser* (*Z. B.*, t. XX, 1884, p. 327-377).

5. Vignal, *Archives de Physiol.*, t. X, 1887, p. 495-528.

6. Hammerl, *Die Bakterien des menschlichen Fæces* (*Z. B.*, t. XXXV, 1897, p. 355-376).

7. Gilbert et Dominici, *Action du régime lacté sur le microbisme du tube digestif* (*B. B.*, t. I, 1894, p. 277-279).

8. Guiart et Grimbert, *Précis de diagnostic*, 1re série, 1908, p. 34.

9. Wehsarg, cité par Schutzenberger in *Dictionnaire de Wurtz*, art. *Excréments*, 2e suppl., 1848, p. 1397.

10. Rogers, *Annales de Chim. et Pharm.*, t. LXV, 1848, p. 85-99.

11. Wegscheider, *Ueber die normale Verdauung bei Säuglingen. Inaug. Dissert.*, Strasbourg, 1875.

12. Uffelmann, *Deutsch. Archiv für klinisch. Med.*, t. XXVIII, 1881, p. 437-475.

13. Ch. Michel, *Sur le lait de femme et l'utilisation de ses matériaux nutritifs* (*L'obstétrique*, t. II, 1897, p. 518-534).

14. Mœller, *Die Vegetabilien im menschlichen Koth* (*Z. B.*, t. XXXV, 1897, p. 291-315).

15. Kermauner, *Ueber die Ausscheidung von Fleisch in den menschlichen Exkrementen nebst einem Versuch zur Bestimmung seiner Menge* (*Z. B.*, t. XXXV, 1897, p. 316-334).

16. Menicanti et Praussnitz, *Untersuchung über das Verhalten verschiedener Brodarten in menschlichen Organismus* (*Z. B.*, t. XXX, 1894, p. 328-365).

17. Weintraud, *Centralb. f. inn. Med.*, t. XVI, 1895, p. 433-436.

18. Petren, *Skand. Archiv f. Physiol.*, t. VIII, 1898, p. 315-325.

19. Micko, *Vergleichende Untersuchungen über die bei Plasmon und Fleischnahrung ausgeschiedenen Koth* (*Z. B.*, t. XXXIX, 1900, p. 430-450).

20. Gründzach, *Zeit. f. klin. Med.*, t. XXIII, 1893, p. 70-79.

21. Blauberg, *Archiv. f. Hyg.*, t. XXXI, 1897, p. 115-141.

22. Nothnagel, *Beiträge zur Phys. et Path. des Darmes.* Hirschwal, Berlin, 1884.

23. Boas, *Diagnostic et Therapie der Magen et Darmkrankheiten.*

24. Schmidt et Strassbürger, *Die fæces des Menschen*, 1900-1902.

25. Von Jacksh, *Diagnostic des maladies internes.*

26. Legendre, in *Traité de Pathologie générale* de Bouchard.

27. Mathieu, *Traité des maladies de l'estomac et de l'intestin.*

28. Bezançon, in *Manuel de diagnostic* de Debove et Achard.

LES GRAISSES ALIMENTAIRES.

Les aliments que nous absorbons contiennent des graisses, soit à l'état d'émulsion comme le jaune d'œuf ou le lait, soit non émulsionnées comme le beurre ou la viande. Dans ce dernier cas, les graisses passent à l'état d'émulsion sous l'influence de l'alcalinité des sucs intestinaux.

Mais, au point de vue chimique, quelle est la constitution de ces graisses ?

Les corps gras naturels définis qui rentrent dans la composition des matières grasses doivent être considérés, pour la plupart, comme des éthers résultant de la combinaison de 1^{mol} de glycérine, alcool trivalent, et de 3^{mol} d'acides gras avec élimination de 3^{mol} d'eau.

$$C^3H^5\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases} + 3\,C^{17}H^{33}.CO^2H = C^3H^5\begin{cases}C^{18}H^{33}O^2\\C^{18}H^{33}O^2\\C^{18}H^{33}O^2\end{cases} + 3\,H^2O.$$

Glycérine. Ac. oléique. Trioléine. Eau.

Les corps gras définis les plus répandus sont :

La tripalmitine : $C^3H^5-(C^{16}H^{31}O^2)^3$.
La trioléine : $C^3H^5-(C^{18}H^{33}O^2)^3$.
La tristéarine : $C^3H^5-(C^{18}H^{35}O^2)^3$.

Une de leurs propriétés la plus importante est leur facile saponification sous l'influence des agents d'hydratation :

$$C^3H^5\begin{cases}C^{18}H^{33}O^2\\C^{18}H^{33}O^2\\C^{18}H^{33}O^2\end{cases} + 3\,KOH = C^3H^5\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases} + 3\,C^{18}H^{33}O^2.K.$$

Trioléine. Potasse. Glycérine. Oléate de potasse.

Ce sont ces graisses qui, mélangées en proportions variables avec d'autres graisses voisines (butyrine, lécithines, etc.), forment la majeure partie de notre alimentation, et ce sont celles-là seules qui ont un véritable intérêt au point de vue physiologique.

Après ces considérations d'ordre général, nous allons voir maintenant comment se comportent ces différentes graisses en présence

des ferments hydrolysants et lipolytiques lors de la digestion stomacale et intestinale, et par quel mécanisme elles se transforment en vue de l'absorption intestinale.

DIGESTION STOMACALE DES GRAISSES.

Tout d'abord elle fut niée. Si l'on remonte, en effet, jusqu'en 1846, on constate dans le *Wagners Handwörterbuch der Physiologie* que FRERICHS ([1]), traduisant pour ainsi dire l'opinion des auteurs anciens, pensait que les graisses ne subissaient dans l'estomac aucune transformation.

Jusqu'en 1894, on n'est pas mieux informé sur ce phénomène, car les expériences entreprises sur cette étude sont tout à fait contradictoires. En effet, les uns, DORMEYER ([2]) et KLUG ([3]), trouvent que le suc gastrique est totalement inactif vis-à-vis des graisses; d'autres, tels MARCET ([4]), CASH ([5]), OGATA ([6]) et MARPMANN ([7]), mettent en évidence la présence de glycérine et d'acides gras, après avoir fait agir le suc gastrique sur des graisses neutres après un temps plus ou moins long.

Vers 1895, VAUGHAN HARLEY ([8]) donne des résultats plus précis. Il introduit dans l'estomac du lait, puis, au bout de 7 heures, il reprend le contenu gastrique qu'il analyse. Il constate alors un dédoublement de 18,5 pour 100.

VOHLARD ([9]) et ses élèves reprennent la question et trouvent des résultats plus importants. Après avoir fait absorber à un homme une émulsion de jaunes d'œuf et étudié le contenu stomacal après une durée de 4 heures, ils constatent que le dédoublement des graisses atteint jusqu'à 78 pour 100.

Plus tard STADE ([10]), élève de Vohlard, remarqua que plus la graisse était finement émulsionnée, plus le pouvoir lipolytique du suc gastrique était grand. Ce pouvoir lipolytique était dû à un fer-

([1]) FRERICHS, *Wagners Handwörterbuch der Physiol.*, t. III, 1846.

([2]) DORMEYER, *Pflügers Archiv f. die ges. Phys.*, t. LXV, p. 90.

([3]) KLUG, *Ungar. Archiv f. Med.*, t. III, p. 87.

([4]) MARCET, *The medic. Times and Gazette*, t. XVII, 1868, p. 210.

([5]) CASH, *Arch. f. Physiol.*, 1880, p. 323.

([6]) OGATA, *Arch. f. Physiol.*, 1881, p. 515.

([7]) MARPMANN, *Münch. med. Wochensch.*, 1888, p. 485.

([8]) VAUGHAN HARLEY, *Journal of Physiol.*, t. XV, 1895, p. 1.

([9]) VOHLARD, *Münch. med. Wochenschrift*, 1900, p. 141 et 195; *Zeitsch. f. klin. Med.*, t. XLII, 1901, p. 414, et t. XLIII, p. 397; *Malys Jahrb.*, t. XXXII, 1902, p. 400.

([10]) STADE, *Hofmeister's Beitrage*, t. III, 1901, p. 291.

ment ou lipase gastrique dédoublant les graisses émulsionnées, ferment déjà signalé par MARCET [1] en 1868. Vohlard l'extrayait par macération de la muqueuse fundique dans la glycérine. (L'extrait glycériné ne contient que le zymogène, alors que le suc gastrique contient la zymase.)

En faisant agir pendant des temps égaux de l'extrait glycériné de muqueuse gastrique sur différentes graisses, Stade a obtenu les chiffres suivants, qui indiquent nettement l'importancc de l'état d'émulsion :

Substances utilisées.	Quantités dédoublées.
	pour 100
Émulsion de jaunes d'œuf	56
Crème	48
Lait	46
Émulsion d'huile de foie de morue	9,2

En conséquence, la digestibilité d'une graisse par la lipase gastrique est en raison directe de la finesse de son émulsion.

LEVITES [2], dans un travail original, a recherché les produits de transformation des graisses pendant la digestion. Il expérimente sur la graisse de veau, de porc et sur le beurre.

« L'animal (chien) présente une fistule gastrique; il reçoit 100g de graisses; après 3 heures environ, on vide son estomac, on le lave avec de l'eau, puis on procède à l'analyse suivante : Les produits de la digestion, obtenus à l'aide de la fistule, sont chauffés au bain-marie jusqu'au point de fusion de la graisse employée. Ensuite on les lave et l'on traite par l'éther, qui dissout la plus grande partie des graisses (solution I). Le reste du liquide est desséché. Cet extrait est alors introduit dans l'appareil de Soxhlet et traité par l'éther de pétrole qui entraîne le restant des graisses en les dissolvant (solution II). On réunit ensuite les solutions I et II, on y fait passer un courant de gaz carbonique qui précipite les graisses neutres et les acides gras. On dose les acides gras au moyen d'une solution alcoolique de KOH.

» Le résidu restant dans l'appareil de Soxhlet est additionné d'alcool chlorhydrique (décomposant les savons); ensuite on en fait une extraction éthérée (solution III). »

D'après l'auteur, la digestion gastrique de la graisse, peu considérable au début, augmente quand la réaction du contenu gas-

(1) MARCET, *The med. Times and Gazette,* t. XVII, 1868, p. 210.

(2) LEVITES, *Zeit. für physiol. Chem.*, t. XLIX, fasc. 2 et 3, 1906, p. 273-286.

trique devient alcaline. Il remarque que la graisse de veau, dont le point de fusion par rapport à d'autres graisses est plus élevé, reste le plus longtemps dans l'estomac.

Pour résumer, l'auteur conclut que la digestion des graisses comprend deux phases : décomposition en acides gras libres et en glycérine, et formation de savons par suite de la combinaison des acides gras libérés avec les sels alcalins des sucs intestinaux.

La décomposition de ces graisses était due à un ferment déjà signalé par MARCET (1), mais la présence de cette lipase gastrique fut beaucoup contestée. D'abord ce fut INOUYE (2), puis surtout BOLDIREFF (3), qui nièrent son existence.

A la suite des recherches faites sur des chiens et sur lui-même, Boldireff annonça que si la digestion stomacale, d'une façon générale, se fait à l'aide du suc gastrique ou plutôt de sa pepsine, il arrive cependant que, sous certaines conditions, la pepsine n'a aucune influence sur la digestion, et celle-ci se fait à l'aide des ferments du suc pancréatique et du suc intestinal mélangés à la bile.

« Ainsi, dit l'auteur, quand la nourriture est trop grasse, quand l'estomac contient trop d'acides libres (acide chlorhydrique ou acides organiques divers), quand l'estomac est vide et sa réaction alcaline, le suc pancréatique apparaît dans l'estomac. »

Pour le démontrer, Boldireff entreprit des recherches qui peuvent se diviser en trois parties :

1° Apparition dans l'estomac du mélange de suc pancréatique de suc intestinal et de bile, à la suite de l'introduction de graisses, soit par la bouche, soit par une fistule,

2° Apparition du même mélange, à la suite soit de l'introduction dans l'estomac vide de grandes quantités d'acide chlorhydrique ou d'autres acides, soit de la longue sécrétion de suc gastrique à jeun.

3° Apparition du même mélange dans un estomac vide quand sa réaction est alcaline.

I. Les expériences ont été faites sur des chiens laissés à jeun pendant 15 heures environ, dont l'estomac était vide par conséquent et présentait une réaction alcaline.

---

(1) MARCET, *loc. cit.*

(2) INOUYE, *Arch. f. Verdauungsk*, t. IX, 1903, p. 250.

(3) BOLDIREFF, *Congrès de Méd. de Saint-Pétersb.*, 23 janv. 1904; *Centralb. f. Phys.*, t. XVIII, 1904, p. 457.

Ces animaux étaient munis d'une fistule gastrique fermée par un bouchon traversé d'un tube de verre communiquant avec un tube de caoutchouc muni d'une pince. De cette façon l'auteur pouvait, à volonté, emplir ou vider l'estomac de l'animal sans toucher au bouchon de la fistule.

Il introduisait dans l'estomac de l'animal 1000^{cm^3} d'huile d'olive au début de l'expérience, puis, régulièrement toutes les heures, vidait l'estomac, mesurait le volume total du liquide obtenu, en prélevait 5^{cm^3} à 10^{cm^3} pour une analyse ultérieure et réintroduisait le reste. Le mélange ainsi obtenu émulsionnait très rapidement les graisses et les saponifiait aussi. De plus, la quantité de liquide recueilli dans ces conditions était supérieure à la quantité introduite et augmentait sans cesse, et ce contenu gastrique possédait des pouvoirs saccharifiant et protéolytique très énergiques.

Ainsi la réaction du mélange était presque toujours neutre, quelquefois alcaline, rarement acide. Les graisses dissociées par ce mélange en milieu alcalin montrait bien qu'il s'agissait de stéapsine et non d'un ferment stomacal. La trypsine fut recherchée à l'aide de la rapidité de la digestion de la fibrine et surtout par le *procédé de Mette.*

Mode opératoire. — La technique de ce procédé due à Linossier est la suivante : on prend des tubes en verre mince de 30^{cm} de longueur et de 1^{mm} à 2^{mm} de diamétre. Ces tubes sont remplis de blanc d'œuf qu'on coagule par immersion dans un bain-marie bouillant pendant 5 minutes. L'extrémité de chaque tube est ensuite paraffinée, afin d'éviter la dessiccation de l'albumine.

Pour l'emploi, chaque tube est coupé en fragments de 1^{cm} de long en ne conservant que ceux dans lesquels l'albumine est bien homogéne.

On préléve 5^{cm^3} du mélange stomacal ci-dessus, on les additionne de 50^{cm^3} d'HCl à 2 pour 1000 et l'on complète le volume à 60^{cm^3}. Dans ce mélange ainsi préparé on place deux ou trois tubes de Mette et l'on porte le tout à l'étuve à 37°-38° pendant 24 heures.

Au bout de ce temps, on mesure exactement les longueurs d'albumine dissoutes dans chaque tube aux deux extrémités et l'on fait une moyenne.

Cette dissolution de l'albumine est due à l'action de la trypsine, car cette diastase, en milieu neutre ou alcalin, transforme l'albumine en albumoses et en peptone, et, poussant plus loin son action, elle attaque cette derniére en donnant de la tyrosine.

Finalement l'activité de l'amylase fut mesurée de la manière

suivante. (On sait que cette diastase a la propriété de liquéfier rapidement l'empois d'amidon en le transformant en maltose et en dextrine.)

Mode opératoire. — On prépare avec 4^{g} d'amidon desséché et 100^{cm^3} d'eau distillée un empois qu'on transvase dans un petit ballon. Après refroidissement on ajoute 4^{cm^3} du mélange stomacal ci-dessus et l'on maintient le tout à la température de 40° pendant 15 minutes. On décante l'empois en partie liquéfié dans une éprouvette graduée et l'on compléte le volume de 200^{cm^3}. On filtre et, dans le liquide filtré, on dose le maltose par réduction au moyen de la liqueur de Fehling titrée de telle façon que 10^{cm^3} de liqueur soient réduits par $0^{g},075$ de maltose.

La digestion des albumines, rapide en milieu alcalin, faible en milieu neutre et nulle en milieu acide, montre bien que le ferment protéolytique, contenu dans le mélange stomacal de Boldireff, appartient au suc pancréatique et non au suc gastrique. Cependant la bile peut quelquefois digérer la fibrine, mais toujours très lentement. Comme la digestion de la fibrine et du blanc d'œuf était trés rapide, l'auteur en a conclu que c'était le suc pancréatique et non la bile qui agissait. De plus, le ferment étant toujours très actif, le suc pancréatique était accompagné par du suc intestinal.

L'auteur a répété les mêmes expériences en introduisant cette fois dans l'estomac des graisses acides, des graisses sans acides, de la créme et du beurre. Il a observé les mêmes phénomènes, et les résultats obtenus furent identiques.

II. Les acides comme les graisses contribuent à l'apparition du suc pancréatique dans l'estomac, et cette apparition est très rapide si l'on introduit dans l'estomac un mélange d'acides et de graisses.

III. Enfin, chez un chien laissé longtemps à jeun, l'auteur a observé l'écoulement continu du mélange stomacal jusqu'à réaction alcaline de la paroi. Pendant le séjour du suc pancréatique dans l'estomac, l'auteur a remarqué une sécrétion de mucus, des renvois, etc. La grande acidité du suc gastrique déterminait l'apparition du suc pancréatique, la sécrétion du mucus s'affaiblissait et l'estomac digérait ses parois (ulcère rond).

Boldireff reprit ensuite sur lui-même les expériences ci-dessus. Il absorba à jeun 75^{g} d'un mélange d'acide oléique à 2 pour 100 et d'huile d'olives. Au bout de 2 heures, il extrayait le contenu stomacal à l'aide d'une sonde. Le liquide ainsi obtenu possédait tous les caractères du suc pancréatique, c'est-à-dire propriétés saccharifiante et protéolytique marquées.

MEYER (1) puis WINTERNITZ (2) se rattachèrent aux idées de Boldireff.

C'est alors que ZINSSER (3) entreprit d'actives recherches. Dans un travail *Sur la grandeur de la digestion des graisses dans l'estomac,* il étudie la quantité de graisses transformées par le séjour dans l'estomac.

A cet effet, il donne à ses sujets en expérience un repas se composant de 500$^{cm^3}$ de bouillon et deux jaunes d'œuf; puis, 2 heures après, il prélève le contenu stomacal au moyen d'une sonde et opère le dosage d'après la méthode suivante :

Méthode de Stade (4). — On prend 20$^{cm^3}$ de la masse extraite, on ajoute 75$^{cm^3}$ d'éther et 2$^{cm^3}$ d'alcool, on agite et on laisse reposer. On décante 50$^{cm^3}$ d'éther gras, on ajoute 50$^{cm^3}$ d'alcool et quelques gouttes de phénolphtaléine, puis on titre la quantité d'acides gras libres contenus dans l'extrait au moyen d'une solution de soude $\frac{N}{10}$ (1er titrage).

D'autre part, on additionne une autre portion de la masse extraite après le déjeuner de 10$^{cm^3}$ de soude N, et l'on obtient la saponification des graisses neutres par suite de leur transformation en savons de soude, et qui est complète en 24 heures. On ajoute 10$^{cm^3}$ d'acide sulfurique N pour neutraliser l'excès de soude et l'on met en liberté les acides gras qu'on dose comme précédemment (2e titrage).

Le rapport simple des titres obtenus donne la valeur pour 100 de la transformation des graisses dans l'estomac.

On a en effet

$$x = \frac{I.100}{I + II}.$$

Par ce procédé Zinsser trouve que la quantité de graisses dédoublées au bout d'une heure atteint 24,5 pour 100.

Zinsser poursuit son étude dans certains cas pathologiques; il constate que dans le cas d'*hyperacidité* du milieu stomacal la valeur du dédoublement est de 14 pour 100, tandis qu'elle atteint 45 pour 100 dans le cas d'*achylie*.

UMBER et BRUGSCH (5) font également des recherches aboutissant

(1) MEYER, 22e *Kongres f. unsere Med.*, 1905.

(2) WINTERNITZ, 22e *Kongres f. unsere Med.*, 1905.

(3) ZINSSER, *Hofmeister's Beitrage*, t. VII, 1905, p. 31.

(4) STADE, *Hofmeister's Beitrage*, t. III, 1901, p. 312.

(5) UMBER et BRUGSCH, *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, t. LV, n°s 2 et 3, 1906, p. 164-179.

à la conclusion que la présence de cette lipase gastrique est incontestable.

A cet effet, ils expérimentent sur un malade œsophagotomisé et porteur d'une fistule stomacale permettant l'introduction des aliments et aussi la récolte d'un suc gastrique pur. En faisant agir ce suc sur une émulsion d'œuf, il montrait un pouvoir dédoublant des graisses allant de 42 à 64 pour 100 en 24 heures à 37°.

Maintenant que la présence de ce ferment gastrique est démontrée expérimentalement, on s'est demandé où il se localisait.

Pour Zinsser, ce ferment est sécrété par la muqueuse gastrique et il présenterait une certaine analogie avec les ferments endocellulaires, car il ne passe pas à travers les filtres.

Mais pendant que Zinsser étudiait le dédoublement des graisses *in vivo,* dans l'estomac, Fromme [1] en 1905 étudiait *in vitro* l'action des extraits glycérinés des différentes muqueuses gastriques ainsi que la muqueuse gastrique séchée, en les faisant réagir sur une émulsion composée de trois jaunes d'œuf et 100^{cm^3} d'eau distillée. Pour préparer ces extraits, Fromme opère sur trois estomacs de porc 4 heures après la mort. La muqueuse stomacale est enlevée et la partie fundique est séparée de la partie pylorique.

On additionne la partie pylorique de glycérine dans la proportion de 1 pour 2; on ajoute ensuite quelques cristaux de thymol et on place à l'étuve.

La partie fundique est additionnée d'eau distillée dans le rapport de 1 pour 2; on ajoute également du thymol et l'on porte à l'étuve.

Dans les deux lots, l'action digestive est essayée sur 20^{cm^3} à 35^{cm^3} d'émulsion de jaunes d'œuf.

L'activité saponifiante de ces extraits a été mesurée par la méthode de Stade citée plus haut.

De ces travaux, il résulte que l'extrait fundique de la muqueuse ne présente une activité saponifiante que vers le septième jour. La valeur des graisses saponifiées atteint alors 33 pour 100.

Quant à l'extrait pylorique, il ne présente aucun ferment saponifiant; d'autre part, le ferment est complètement détruit, car on n'a pas pu l'extraire avec la glycérine de la muqueuse soumise à l'autolyse. De plus, il ne se dissout pas dans l'eau et ne traverse pas le filtre : ce serait donc une enzyme endocellulaire.

Au point de vue de sa localisation, ce ferment existerait surtout dans la muqueuse fundique, tandis qu'il fait totalement défaut dans la muqueuse pylorique.

---

(1) Fromme, *Hofmeister's Beitrage*, t. VII, 1905, p. 51.

Quoi qu'il en soit, si les travaux de Vohlard, de Stade, Zinsser, et Fromme ont démontré la présence d'un ferment lipasique dans l'estomac, il n'existe pas de preuves convaincantes établissant d'une façon irréfutable que la lipase de l'estomac est réellement d'origine gastrique.

En effet, dans les expériences faites *in vivo*, il est impossible de se mettre à l'abri d'un reflux du suc pancréatique dans l'estomac, et, dans les expériences faites *in vitro* avec les macérations de muqueuse gastrique, on est toujours en droit de se demander si la muqueuse gastrique n'était pas imprégnée de lipase pancréatique. Enfin tous les animaux utilisés jusqu'ici dans les expériences avaient leur pancréas intact, et l'on pouvait alors objecter que la lipase gastrique était simplement la lipase pancréatique réabsorbée.

En 1906, Falloise [1] entreprit deux séries d'expériences dans le but de démontrer cette fois la véritable origine de la lipase gastrique, tout en se mettant à l'abri des objections précédemment citées.

L'auteur étudia, d'après le procédé de Stade, l'action de l'extrait glycériné de la muqueuse gastrique sur une émulsion de jaunes d'œuf.

Dans une première série d'expériences, Falloise a recherché la lipase gastrique dans la muqueuse gastrique des lapins, chez lesquels, grâce à la disposition anatomique du canal de Wirsung, situé à 30^{cm} environ du pylore, tout reflux de suc pancréatique est rendu impossible. Si, chez cet animal, on trouve de la lipase gastrique, on peut dire trés probablement qu'elle est d'origine gastrique.

Dans une deuxième série d'expériences, l'auteur a recherché la lipase dans des muqueuses gastriques des chiens dépancréatisés.

De ses recherches, l'auteur conclut que :

1° Chez les lapins, le ferment est surtout abondant dans la région du grand cul-de-sac; la muqueuse de la région pylorique en contient beaucoup moins;

2° Chez les chiens ayant subi une dépancréatisation totale, l'action lipolytique des extraits de la muqueuse gastrique est bien due à une gastrolipase prenant naissance dans les cellules mêmes de la muqueuse stomacale.

Il semble donc bien établi maintenant qu'il existe véritablement une gastrolipase autonome, entièrement indépendante des lipases

---

[1] Falloise, *Arch. de Physiol.*, t. III, fasc. IV, 1906, p. 396-407.

pancréatiques et intestinales. C'est à cette même conclusion qu'aboutissent les travaux de LEVITES [1] sur la digestion des graisses chez un chien à estomac isolé et à fistule pylorique et ceux de LONDON [2] sur la digestion chez un chien porteur d'une fistule pylorique et duodénale permettant, dans l'intestin, l'écoulement total du suc pancréatique, de la bile et du suc intestinal.

DIGESTION INTESTINALE DES GRAISSES.

Examinons maintenant ce que deviennent ces graisses dans l'intestin.

Nous venons de voir que, seules, les graisses émulsionnées étaient dédoublées dans l'estomac.

Dans les différentes parties de l'intestin, ces graisses sont soumises à l'influence du suc pancréatique, de la bile et du suc intestinal.

Le suc pancréatique, comme on le verra par la suite, n'agit pas seul, mais concurremment avec la bile.

C'est EBERLÉ [3] en 1834 qui observa que le suc pancréatique émulsionnait les graisses, mais ce fut Claude Bernard qui démontra son action saponifiante. Cette découverte fut mise en doute par MALY en 1881 et niée absolument par HARRIS et GOW [4] en 1892. Par contre, GRÜTZNER [5] et GAMGEE [6] en 1897 se rallièrent à l'opinion de Claude Bernard.

Pourquoi ces divergences d'idées? Tandis que les uns expérimentaient avec du suc pancréatique provenant d'une fistule temporaire du canal de Wirsung, les autres se servaient simplement de macérations de tissus pancréatiques.

Or GRÜTZNER [5], GAMGEE [6], KASTLE et LŒWENHART [7], NENCKI [8] trouvent que le pancréas frais est actif, tandis que les extraits glycérinés le sont moins ou pas du tout. Ce qui explique les différences ci-dessus.

Il faut donc, pour opérer convenablement, utiliser le suc pancréatique pur ou en extraire le ferment. Les recherches conduites dans

---

(1) LEVITES, *Zeits. f. physiol. Chem.*, t. XLIX, octobre 1906, p. 273.
(2) LONDON, *Zeits. f. physiol. Chem.*, t. L, décembre 1906, p. 125.
(3) EBERLÉ, *Ergebnisse der Physiol.* I : *Biochemie,* 1834, p. 194.
(4) HARRIS et GOW, *Journal of Phys.*, t. XIII, 1892, p. 769.
(5) GRÜTZNER, *Pflügers Archiv,* t. XII, 1876, p. 285.
(6) GAMGEE, *Die physiol. Chemie der Verdauung,* 1897.
(7) KASTLE et LŒWENHART, *Chemical News,* t. CLXIV, 1901, p. 293.
(8) NENCKI, *Arch. f. exp. Path. u. Pharmak.*, t. XX, p. 367.

ce but par Wassilieff (1), Nencki et Paschutin (2) échouèrent à peu près. L'honneur en revient à Herter (3) et Ludy (4), puis finalement à Pawlow (5) et ses élèves, qui mirent en évidence l'action dédoublante du suc pancréatique de chien sur l'huile avec formation d'acides gras libres.

Nous avons dit plus haut que le suc pancréatique seul était inactif vis-à-vis des graisses et que son action résultait de la présence de la bile ou de ses éléments. Voyons comment on peut le démontrer.

C'est d'après les importantes recherches du professeur Dastre (6), en 1891, sur la digestion des graisses chez les animaux à fistules biliaires permanentes, que se précisent les idées. En effet, Dastre montre que l'on peut conserver très longtemps les animaux dont toute la bile est rejetée au dehors au moyen d'une fistule biliaire.

A ces animaux ainsi préparés, il fait ingérer des aliments riches en graisses semblables à ceux ingérés par des animaux normaux; puis il recherche par son procédé, que nous décrirons par la suite, la présence des graisses neutres, des acides gras et des savons dans les excréments.

La différence qu'il trouve entre la digestion avec la bile et la digestion sans bile, c'est que dans le premier cas il y a une grande quantité d'acides gras rejetés, tandis que dans le deuxième cas on n'en trouve presque plus. Les excréments ne contiennent pour ainsi dire que des graisses neutres.

Rachford (7) trouve que le suc pancréatique frais en présence de bile et d'acide chlorhydrique produit; sur l'huile d'olives neutre, 5,5 pour 100 d'acides gras en 2 minutes à la température de la chambre.

Par la suite, les travaux de Glæsner (8), Lœwenhart et Souder (9) ne font que confirmer les résultats.

Restait à savoir maintenant si l'action qu'exerce la bile sur le suc pancréatique était due à la bile elle-même, à ses acides ou encore à ses sels.

---

(1) Wassilieff, *Zeits. f. physiol. Chemie,* t. VI, 1882, p. 112.
(2) Paschutin, *Centralb. mediz. Wissensch,* 1872, p. 97.
(3) Herter, *Zeits. f. physiol. Chemie,* t. IV, 1880, p. 160.
(4) Ludy, *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak.,* t. XXV, 1889, p. 347.
(5) Pawlov, *Travail des glandes digestives.*
(6) Dastre, *Arch. de Physiol.,* t. III, 1891, p. 186-710.
(7) Rachford, *Journal of Physiol.,* t. XVII, 1891, p. 72.
(8) Glaesner, *Zeist. f. physiol. Chemie,* t. VL, 1903-04, p. 465.
(9) Lœwenhart et Souder, *Journ. of biolog. Chem.,* t. II, 1907, p. 415.

Les travaux les plus intéressants sur ce sujet sont ceux d'Otto von Furth (¹) et Schütz (¹), puis ceux de Magnus (²) en 1906.

Les premiers procédèrent à l'examen suivant :

Une certaine quantité d'émulsion de graisses est additionnée de la solution de lipase pancréatique du commerce.

On procède au dosage à l'aide d'une solution de soude $\frac{N}{10}$ avec la phtaléine du phénol comme indicateur. On ajoute la bile; puis, au bout de quelques heures, on dose de nouveau. Les auteurs ont observé que l'action de la lipase devient 14 fois plus intense en présence de la bile.

Les expériences sur l'action des sels biliaires montrent que ce sont surtout ces derniers qui exercent l'action spécifique sur la lipase et en particulier l'acide cholalique, qui, avec quelques milligrammes seulement, présente l'action la plus forte.

Les recherches de Magnus ne font que confirmer les faits précédents.

Seulement, lui, opère avec des sels biliaires de synthèse et de la façon suivante :

A 5^{cm^3} d'huile d'olive neutre on ajoute $0^{cm^3},5$ de suc pancréatique obtenu par fistule de Pawlow. On porte à l'étuve à 37°, et, au bout de 10 minutes, on dose l'acidité avec de la baryte en présence de phénolphtaléine. Puis, dans d'autres expériences, on ajoute des quantités différentes d'acide glycocholique et taurocholique en solution dans la soude décinormale. Les résultats sont les suivants :

MÉLANGES MIS A DIGÉRER PENDANT 10^m A 37°.	QUANTITÉ de cm³ de baryte pour neutraliser.
1. 5^{cm^3} huile + 0,5 suc pancréatique + 0,1 oau	6
2. 5^{cm^3} huile + 0,5 suc pancréatique + 0,1 de glycocholate de soude.	11
3. 5^{cm^3} huile + 0,5 suc pancréatique + 0,1 de taurocholate de soude.	6

Par les expériences précédemment citées, on voit que si le suc pancréatique pur, obtenu par cathétérisme du canal de Wirsung, agit peu sur les graisses, il agit d'une façon notable par addition de bile et principalement de sels biliaires.

(¹) Von Fürth et Schütz, *Hofmeisters Beitrage,* t. IX, 1906, p. 28.
(²) Magnus, *Zeits. f. physiol. Chemie*, t. XLVIII, 1906, p. 376.

Quant au suc intestinal, quoique moins marqué par les travaux des physiologistes, il présente également une action de dédoublement assez énergique sur les graisses. BOLDIREFF [1] fait agir le suc intestinal en présence d'antiseptiques sur les graisses neutres et sur les émulsions. Il constate une action dédoublante très énergique.

Les recherches de FROUIN [2] nous montrent que, lorsqu'on introduit une émulsion d'huile dans une anse intestinale isolée et qu'on laisse en contact pendant 2 heures, on trouve une certaine quantité d'acides gras libres dans le liquide retiré; d'où saponification qui est encore activée par l'addition de bile.

Mais la bile et surtout les sels biliaires ne sont pas les seuls à accélérer l'action du suc pancréatique sur les graisses.

En effet, Chepowalnikoff et Pawlow constatèrent que le suc intestinal renfermait un ferment soluble auquel ils donnèrent le nom *d'entérokinase*, ferment qui exerçait une action particulière sur les ferments eux-mêmes, et c'est Chepowalnikoff, en 1899, qui démontra que l'entérokinase renforçait aussi, mais d'une façon moins nette, l'action lipolytique du suc pancréatique.

Enfin, le pouvoir dédoublant des graisses augmente tout le long du gros intestin, comme l'a vu ABELMANNS [3] et comme le démontrent UMBER et BRUGSCH [4] dans le tableau suivant :

	GRAISSES DÉDOUBLÉES	
	d'après Abelmanns.	d'après Umber et Brugsch.
	pour 100	pour 100
Duodénum	32	30,2
Iléon	57	48,9
Gros intestin	76	76

La digestion des graisses peut encore s'accomplir grâce à l'action des différentes bactéries que l'on rencontre dans le canal intestinal. Qu'il nous suffise de rappeler les noms de CAMUS [5], GÉRARD [6], qui étudièrent et démontrèrent le pouvoir dédoublant du *Penicillium* et de l'*Aspergillus*.

---

(1) BOLDIREFF, *Centrabl. f. Physiol.*, t. XVIII, 1904, p. 460.
(2) FROUIN, *Comptes rendus Soc. Biolog.*, t. LXI, 1897, p. 665.
(3) ABELMANNS, *Inaug. Dissert.*, Dorpat, 1890.
(4) UMBER et BRUGSCH, *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, t. LV, nos 2 et 3, 1906, p. 164, 179.
(5) CAMUS, *Comptes rendus Soc. Biolog.*, 1897, p. 192.
(6) GÉRARD, *Comptes rendus Acad. Sc.*, t. CXXIV, 1897, p. 370.

Breton [1] classe les microbes de l'intestin, d'après leur pouvoir lipolytique, dans l'ordre suivant : *Bacillus lactis aerogenes*, microbe peptonisant de Pflüge, Coli-bacille, Bacille typhique, *Bacillus mesentericus,* Vibrions de Finkler.

Il fait remarquer notamment que le *Bacterium coli* exerce une certaine action sur la digestion des graisses.

Finalement Escherisch [2] nous montre que le *Bacillus subtilis* dédouble jusqu'à 36,19 pour 100 des graisses du lait, tandis que *Bacterium coli* en dédouble jusqu'à 62,7 pour 100.

DE L'ABSORPTION DES GRAISSES.

Après avoir été dédoublées, les graisses sont absorbées.

C'est Aselli qui, le premier, en 1622, a montré que l'absorption se faisait surtout par l'intestin. Il vit, en ouvrant un chien au moment de la digestion, après un repas particulièrement riche en graisses, des traînées blanches sur le mésentère, et, en piquant ces lignes blanches, qui sont les vaisseaux chylifères, il vit s'écouler un liquide laiteux qui n'était autre chose qu'une émulsion de matières grasses.

Les veines intestinales absorbent particulièrement les peptones et les sucres, tandis que les matières grasses émulsionnées ne sont absorbées que par le chylifère central des villosités intestinales.

Si maintenant on examine, au microscope, une villosité pendant l'absorption des matières grasses, on voit les cellules épithéliales remplies de granulations graisseuses.

Ces granulations, très fines au début, dans la zone sous-jacente au plateau terminal, deviennent de plus en plus volumineuses à mesure qu'on pénètre dans la profondeur de la cellule, où elles constituent de grosses gouttelettes. La charpente de la villosité est, elle-même, infiltrée de globules gras jusqu'au chylifère. Or, la graisse ne pénétrerait dans les cellules épithéliales de la villosité qu'après un dédoublement en glycérine et en savons. Que se passerait-il alors ?

Les graisses émulsionnées, en arrivant dans l'intestin, sous l'influence du suc pancréatique en présence de la bile, se dédoubleraient en acides gras libres et en glycérine. Puis les acides gras libres se combineraient avec les alcalis des sucs intestinaux

(1) Breton, *C. R. de la Soc. de Biolog.*, 1904, p. 35.

(2) Escherisch, *Die Darmakterien des Säughügs*, 1886.

pour former des savons; et ce serait sous cette forme que les graisses seraient absorbées par la muqueuse intestinale qui, après absorption, les dédoublerait à son tour en acides gras et alcalis. Ce dédoublement s'effectuerait dans la zone supranucléaire de la cellule épithéliale (synthèse) [1].

Les travaux de Levites [2] semblent confirmer ces faits.

L'auteur entreprend deux séries d'expériences et étudie spécialement chez des chiens l'absorption des acides gras libres, oléique, palmitique et stéarique, et de leurs sels de soude ou savons.

I. Les premières expériences sont faites sur des chiens munis d'une fistule jéjuno-iléale.

Ces animaux reçoivent les acides gras ou les savons mélangés avec 150g de pain blanc. On détermine, dans chaque cas, la quantité d'acides gras libres ou combinés à l'alcali, non résorbés. Les chiffres de l'absorption sont les suivants :

1° *Avec les acides gras libres :*

	Pour 100.
Acide stéarique	19,15
Acide palmitique	63
Acide oléique	83,15

2° *Avec les savons de soude :*

	Pour 100.
Stéarate de soude	53,47
Palmitate de soude	67,28
Oléate de soude	90,60

On remarque, en consultant les deux tableaux ci-dessus, que les savons (et principalement l'oléate de soude) sont plus facilement résorbés que les acides gras.

II. L'auteur reprend ensuite les mêmes expériences chez les chiens munis d'une fistule iléo-cæcale.

1° *Avec les acides gras libres :*

	Pour 100.
Acide stéarique	35,06
Acide palmitique	78,30
Acide oléique	98,20

2° *Avec les savons de soude :*

	Pour 100.
Stéarate de soude	86,65
Palmitate de soude	89,66

(1) Arthus, *Chimie physiol.*, 1885, p. 33-35.
(2) Levites, *Zeits. f. physiol. Chemie*, 1907, t. XXXV, p. 349-356.

On remarquera dans ce dernier cas que les chiens porteurs d'une fistule iléo-cæcale absorbent plus facilement les acides gras et les savons que les chiens présentant une fistule jéjuno-iléale; et dans les deux cas les savons sont absorbés aussi en plus grande quantité que les acides gras libres.

André (Ch.) et Favre (M.) [1] font également des recherches sur l'absorption des savons par la muqueuse intestinale.

Les animaux soumis aux expériences sont le chien, le cobaye et la souris. Ces animaux sont nourris soit avec un mélange d'oléate de soude pur et de sucre, ou bien ils reçoivent à jeun une injection d'oléate de soude faite dans une anse intestinale, ou bien encore un lambeau d'intestin est placé dans une solution d'oléate de soude à 7 pour 1000.

A l'examen histologique, on constate que le savon a été absorbé et transformé en une substance huileuse noircissant par l'acide osmique.

Pour résumer, la muqueuse intestinale absorbe les savons et les dédouble en acides gras et alcalis. Les graisses non absorbées seraient donc retrouvées dans les fèces à l'état de *graisses neutres*, d'*acides gras* et de *savons*.

Utilisation des graisses. — Reste à savoir maintenant dans quelles proportions sont utilisées ces graisses, c'est-à-dire le rapport entre la quantité de graisses excrétées et celles absorbées.

D'après Norden et Müller, l'*homme sain* absorbe très bien les graisses, et une faible partie seulement des graisses ingérées, à peine 4 à 6 pour 100, apparaissent dans les excréments.

Par conséquent, dans les conditions normales et pour une alimentation mixte ordinaire, l'homme sain absorbe 94 à 96 pour 100 de graisses.

Les rapports dans lesquels sont les diverses parties de ces graisses excrétées, de ces 4 à 6 pour 100 de graisses non absorbées, sont :

	Pour 100.
Graisses neutres	24,2
Acides gras	38,8
Savons	37

Ce qui revient à dire que la plus grande partie (75 pour 100) a été dédoublée.

L'influence de quelques substances médicamenteuses peut agir

(1) André (Ch.) et Favre (M.), *Journal de Physiol. gén.*, 1906, p. 819.

sur l'absorption des graisses dans l'intestin. La résorption des graisses dans l'intestin grêle peut être augmentée à l'aide de certains excitants chimiques ou substances médicamenteuses.

D'après ESCHENBACH (1), certains corps tels que l'alcool, l'essence de menthe poivrée, le piment, lorsqu'ils sont ajoutés à une émulsion d'huile d'olives en quantité suffisante pour être perçues par le goût et l'odorat, n'ont aucune action sur l'absorption-intestinale des graisses.

Par contre, la quassine et l'essence de moutarde favorisent efficacement la résorption des graisses.

C'est à l'essence de moutarde qu'il faut accorder la préférence; car, d'après les expériences d'Eschenbach, une goutte d'essence de moutarde ajoutée à 100^{cm^3} d'émulsion rend trois fois plus active que normalement l'absorption des graisses.

L'action produite par l'essence de moutarde est due très probablement à une excitation de la muqueuse intestinale par cette substance, excitation provoquant ensuite une hypersécrétion de suc qui augmenterait par conséquent la résorption des graisses.

CAS PHYSIOLOGIQUES ANORMAUX.

Examinons ce que deviennent les graisses dans certains cas pathologiques.

1° *Cas où la fonction pancréatique est diminuée ou abolie.* — Nous avons vu au cours de la digestion intestinale que seul, parmi tous les liquides digestifs, le suc pancréatique dédouble les graisses neutres.

Suivant LOMBROSO (2), l'absorption des graisses peut se faire chez les chiens, même si ces derniers ont eu les conduits pancréatiques liés. Chez ces animaux, il existe dans l'intestin un léger pouvoir lipolytique dû aux sucs entériques.

Si l'on pratique maintenant l'ablation partielle du pancréas (chez un chien) afin d'éviter l'apparition du diabète, l'absorption des graisses, tout en n'étant pas supprimée, est considérablement réduite.

Après ablation totale du pancréas, on retrouve dans les selles une quantité de graisses presque égale à celle qui a été ingérée.

---

(1) ESCHENBACH, *Inaug., Dissert.,* München, 1897.

(2) LOMBROSO, *Comptes rendus Soc. Biol.,* 1904, p. 396-400.

La proportion varie avec la quantité et la fusibilité des graisses. Ainsi l'absorption des graisses du lait est à peine diminuée par l'ablation du pancréas.

Dans les fèces, on retrouvera une très forte proportion de *graisses neutres.*

2° *Cas où la fonction biliaire est supprimée.* — Le rôle joué par la bile dans l'absorption des graisses est presque comparable à celui du suc pancréatique.

L'absorption des graisses non émulsionnées est très réduite. On retrouvera dans les fèces, particuliérement après un repas riche en graisses, des *graisses neutres* en grande quantité, et fort peu *d'acides gras* et de *savons.*

3° *Cas où les deux fonctions sont abolies simultanément.* — Dans ce cas où il y a absence de suc pancréatique pour dédoubler les graisses en acides gras et glycérine et de bile pour les saponifier, on ne retrouvera dans les fèces que des *graisses neutres.*

L'examen macroscopique des selles montre que, dans la stéatorrhée, on trouve de petits grumeaux de graisses provenant de la nourriture, ou de la graisse liquide se figeant à l'air sur les bords.

Utilisation des graisses dans certains cas pathologiques. — Examinons à présent dans quelles proportions sont utilisées les graisses absorbées dans les cas pathologiques ci-dessus mentionnés.

1° *Cas où la fonction pancréatique est supprimée.* — L'utilisation pour 100, sauf pour la graisse émulsionnée comme celle du lait, sans être totalement nulle, est peu élevée, à peine 15 pour 100. D'aprés Umber et Brugsch [1], plus de 60 pour 100 des graisses ingérées se retrouvent dans les fèces chez les sujets atteints de maladie du pancréas.

Les recherches entreprises par Abelmanns, sous la direction de Minkowski [2], sur des chiens dépancréatisés, ont donné des résultats plus importants. Les chiens dépancréatisés dédoublent 85 pour 100 de graisses ingérées; ils ne les absorbent pas.

Or, d'aprés Umber et Brugsch, les graisses alimentaires, émulsionnées ou non, peuvent être dédoublées sans que pour cela elles soient absorbées.

---

(1) Umber et Brugsch, *loc. cit.*

(2) Minkowski, *Berl. Klin. Wochenschrift,* n° 5, 1890, p. 333.

Il existerait donc, dans le tube digestif et ailleurs que dans le pancréas, un ferment dédoublant les graisses.

Ils avaient tout d'abord songé à la bile. Mais, sur un malade chez lequel la bile ne s'écoulait plus dans l'intestin par suite de tumeur, ils ont trouvé 82 pour 100 de graisses dédoublées, tandis qu'il n'y avait que 48 pour 100 de graisses non absorbées.

D'ailleurs, leurs recherches ont abouti à la conclusion que la présence de la lipase gastrique (déjà signalée par Marcet, puis par Wohlard (p. 9) était incontestable. Et c'est cette gastrolipase qui dédouble les graisses, dédoublement qui est indépendant de l'absorption.

2° *Cas où la fonction biliaire est supprimée.* — D'après Umber et Brugsch, on constate que 45 pour 100 des graisses ingérées se retrouvent dans les fèces chez les ictériques. L'utilisation des graisses est de 54 pour 100 environ.

En l'absence de bile, la saponification des graisses neutres est peu empêchée; cependant il y a peu d'acides gras et de savons.

Les fèces ne contiennent en grande majorité que des graisses neutres.

3° *Cas où les deux fonctions sont supprimées à la fois.* — Chez les sujets atteints de lésions simultanées du foie et du pancréas, on peut alors retrouver dans les excréments 87 pour 100 et plus de graisses ingérées.

L'utilisation se trouve donc aux environs de 13 pour 100. Les rapports des diverses parties constituantes montreraient que le dédoublement des graisses est de 21 pour 100 seulement, soit le cinquiéme.

En résumé, les preuves qu'on peut tirer de l'examen des matières fécales sont de trois sortes :

1° *Preuves chimiques.* — Les expériences faites *in vitro* ont permis de démontrer :

a. Le rôle de l'estomac et du suc pancréatique, ainsi que l'action de la bile, du suc intestinal et des bactéries vis-à-vis des graisses (preuves de transformation ou saponification des graisses).

b. Le rôle de l'intestin (preuves dans la résorption des graisses).

2° *Preuves physiologiques.* — Les expériences faites *in vivo* ont démontré l'action de l'intestin et de ses sucs glandulaires dans la digestion des graisses par le dosage comparé des excreta aux ingesta,

dans les cas normaux et pathologiques (après l'exclusion de la bile, du suc pancréatique et des deux à la fois).

3° *Preuves cliniques.* — Depuis très longtemps déjà, on avait signalé dans les fèces de l'homme la présence des matières grasses en rapport avec les affections pancréatiques et biliaires.

On a remarqué que, dans ces affections, cet excès de graisses ou *stéarrhée* coïncidait avec la coloration jaune des téguments. Quelques auteurs, rares d'ailleurs, ont cherché à caractériser ces graisses dans les matières fécales.

Les uns, comme Bonamy, les extrayaient par l'éther. D'autres, tels Ziehl et Friedrich, les examinaient microscopiquement. Finalement Müller étudia les graisses des fèces chez les ictériques non plus, à la façon de ses devanciers, c'est-à-dire quantitativement, mais à l'état qualitatif. Dans ses travaux il indiqua le moyen de diagnostiquer les affections biliaires et pancréatiques par l'analyse qualitative des graisses.

Complètement négligée en France, cette méthode ne fut guère employée que dans ces dernières années par Chahuet (1), dans le but de connaître l'utilisation des aliments chez les enfants, et par Laufer (2) dans le même but, chez les tuberculeux; puis ensuite par Oulmont et Ramond pour apprécier la nutrition chez les obèses.

Alors, utilisant les données physiologiques d'une part et s'appuyant sur les faits expérimentaux d'autre part, un certain nombre de cliniciens ont fait servir l'analyse quantitative et surtout qualitative des graisses comme moyen d'investigation de l'intestin et de ses glandes.

Ce n'est donc pas tant la quantité de graisses excrétées que la qualité de ces graisses qu'il importe de connaître à qui veut explorer le tube digestif, car la quantité de graisses excrétées dépend surtout de la quantité de graisses ingérées, tandis que la qualité des graisses, c'est-à-dire leur composition en graisses neutres, acides gras et savons, dépend uniquement du fonctionnement de l'intestin et de ses glandes.

Aussi un grand nombre de méthodes chimiques ont-elles été publiées jusqu'à ce jour.

On peut, pour plus de clarté, les grouper en deux catégories :

1° Les méthodes d'analyse quantitative, d'après lesquelles on

(1) Chahuet, *Recherche sur l'absorption des graisses chez les enfants à l'état normal et pathologique* (*Thèse*, Paris, 1904).

(2) Laufer, *Utilisation comparée des graisses et des hydrates de carbone chez les tuberculeux* (*Société de Thérapeutique*, 26 octobre 1904).

dose les graisses totales sans tenir compte de leur différenciation;

2° Les méthodes à la fois quantitative et qualitative qui font connaître, en plus des premières, l'utilisation des différentes graisses des fèces.

I. — MÉTHODES D'ANALYSE QUANTITATIVE.

Les plus importantes sont les suivantes :

1° *Méthode Schmidt et Strassbürger* (1). — Dans cette méthode simple de dosage des graisses dans les fèces, on détermine non seulement les graisses totales, c'est-à-dire le mélange des graisses neutres, des acides gras et des savons, mais encore toute une série de corps tels que cholestérine, lécithine, acide cholalique, substances colorantes et, d'après Hoppe-Seyler, des combinaisons ammoniacales..., dont la séparation n'est nullement nécessaire pour des investigations exactes; dans la simple appréciation du contenu graisseux, elle peut être négligée. Cependant, elle est encore d'un usage courant dans les expériences d'échanges nutritifs et d'utilisation, à côté de la détermination du contenu total en azote.

Cette extraction totale se fait avec de l'éther. A cet effet, on prend une assez grande quantité de matières fécales finement pulvérisées que l'on arrose avec 1 pour 100 d'alcool chlorhydrique. On évapore au bain-marie dans une capsule de porcelaine. On prélève deux échantillons, du poids de 1g à 5g chacun, de la masse séchée et pulvérisée; puis on introduit un de ces échantillons dans une cartouche de papier filtre et l'on opère l'extraction pendant trois jours avec de l'éther dans un appareil de Soxhlet. L'extrait éthéré obtenu est évaporé au bain-marie. Après dessiccation complète, on pèse. C'est l'extrait éthéré total.

La simple extraction à l'éther suffit en principe pour dissoudre toutes les graisses. En effet, les matières fécales se comportent autrement que certaines substances, telle que la viande musculaire par exemple, chez laquelle, d'après les recherches de Dormeyer et Nerkin (2), on ne peut obtenir toute la graisse parce qu'il y aurait, paraît-il, des combinaisons chimiques d'albumine avec la graisse. Pour détruire celles-ci, les substances doivent être auparavant digérées et chauffées pendant quelque temps avec de

---

(1) Schmidt et Strassbürger, *Die fæces des Menschen*, 1904, p. 150.

(2) Dormeyer et Nerkin, *loc. cit.*

l'acide chlorhydrique à 2 pour 100. On fait ensuite l'extraction par l'éther non seulement sur les matières primitives, mais encore sur tous les produits liquides provenant de la digestion.

Le procédé se complique alors et devient très long. Des expériences de contrôle faites avec ce procédé (acide HCl à 2 pour 100), par Selter, sous la direction de Schmidt et Strassbürger, sur des matières fécales riches en graisses, n'ont pas donné de meilleurs résultats qu'avec la simple extraction par l'éther, car les matières fécales sont tout simplement des substances que la digestion a complètement modifiées. On ne doit donc donner la préférence à cette dernière méthode que dans le cas de matières fécales riches en viande comme celles provenant de sujets atteints de troubles digestifs.

2° *Méthode Rosenfeld* (1). — Les matières fécales sont mises à digérer avec de l'alcool chlorhydrique au bain-marie, puis on évapore jusqu'à dessiccation complète. Les matières desséchées et pulvérisées sont placées dans une cartouche et l'on opère l'extraction avec du chloroforme pendant 6 heures dans un appareil de Soxhlet. L'extrait est recueilli. On évapore le chloroforme, on dessèche et l'on pèse.

Cette méthode, d'après Selter, ne donne pas de meilleurs résultats qu'avec l'éther, mais elle est beaucoup plus rapide que la précédente.

3° *Méthode de saponification de Liebermann et Székély* (2). — On prend environ 5g de matières fécales desséchées et pulvérisées que l'on chauffe, dans un ballon, avec 30cm³ de potasse caustique à 50 pour 100 pendant 30 minutes. Après refroidissement, on ajoute 30cm³ d'alcool à 90°-94° et l'on chauffe pendant 10 minutes. On laisse refroidir, puis on acidifie par petites portions avec 100cm³ d'acide sulfurique à 20 pour 100, on agite souvent, puis on laisse refroidir complètement le mélange. Ensuite, on verse dans le ballon 50cm³ d'éther de pétrole que l'on bouche hermétiquement, puis l'on secoue 30 fois le mélange, chaque fois pendant 10 secondes, et à des intervalles de 1 à 2 minutes. On verse ensuite, dans le ballon, une solution saturée de chlorure de sodium jusqu'à ce que le liquide aqueux se trouvant sous l'éther de pétrole atteigne la division 240cm³ marquée sur le ballon. On agite encore quelquefois et on laisse reposer dans un endroit frais. Quand l'éther de

(1) Schmidt et Strassbürger, *Die fæces des Menschen,* 1904, p. 150.
(2) Schmidt et Strassbürger, *Die fæces des Menschen,* 1904, p. 154.

pétrole s'est déposé suffisamment, on en préléve 20^{cm^3}, on y ajoute 40^{cm^3} d'alcool à 96°, puis 1^{cm^3} de solution de phénolphtaléine à 1 pour 100, et l'on titre avec une solution $\frac{N}{10}$ de potasse alcoolique. On note exactement le nombre de centimètres cubes de potasse employés, puis on verse le liquide par petites portions dans une capsule de verre mince préalablement tarée, d'une capacité de 80^{cm^3} environ, puis on évapore soigneusement à l'étuve pendant 1 heure. On laisse refroidir dans un exsiccateur, puis l'on pèse.

Le calcul de la graisse pour 100, F, se fait d'aprés la formule suivante :

$$F = \frac{[S - 0{,}01 - (K \times 0{,}00255)]}{a} \times 250,$$

dans laquelle :

S = le poids de potasse contenu dans 20^{cm^3} d'éther de pétrole,

K = le nombre de centimètres cubes de potasse employés pour le titrage des 20^{cm^3} de la solution d'éther de pétrole,

a = le poids de matiéres employées pour l'investigation.

4° *Méthode Denigès-Castets* (1). — Denigès et Castets ont donné un procédé général d'extraction des matières grasses qui peut s'appliquer également aux graisses contenues dans les fèces.

Ce procédé repose sur le principe suivant : dans la destruction des matiéres organiques par l'acide azotique en présence du permanganate de potasse et de l'acide sulfurique, les substances graisseuses sont intégralement respectées.

Un poids connu de matières fécales desséchées et pulvérisées est traité par un mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique additionné de permanganate de potasse. On chauffe au bain-marie jusqu'à dégagement de vapeurs blanches. On ajoute alors par petites portions de l'acide azotique et l'on évapore à siccité. Les substances desséchées sont reprises par l'éther. On filtre la liqueur, on rince avec l'éther.

Les liqueurs éthérées sont réunies, puis évaporées. Le résidu est pesé aprés dessiccation complète.

Tous les procédés ci-dessus énumérés sont en général peu pratiques, étant fort longs à exécuter.

D'autre part, ils présentent également le grand défaut de ne donner que les graisses globales. Or, nous savons, pour diagnostiquer l'état d'un malade, que ce n'est pas tant la quantité des

(1) Denigès, *Bull. Soc. pharm. Bordeaux,* 1902, p. 321-353; 1904, p. 289.

graisses excrétées que la qualité de ces graisses qu'il importe de connaître.

Par conséquent, ces procédés doivent être rejetés de la pratique, n'étant bons tout au plus qu'à des aperçus cliniques.

II. — MÉTHODES D'ANALYSE QUANTITATIVE ET QUALITATIVE.

Parmi ces méthodes, la plus ancienne en date est celle d'Hoppe-Seyler.

1° *Méthode d'Hoppe-Seyler* (1). — Nous ne donnerons ici qu'un résumé de cette méthode, cette dernière n'ayant qu'un intérêt purement historique. Le procédé comprend plusieurs parties :

Aprés une détermination de la quantité de matières employées, on les délaye dans de l'eau distillée et le mélange est réduit par distillation aux deux tiers du volume primitif.

On obtient ainsi deux parties : une partie distillée A et une partie B restant dans la cornue. Dans le liquide distillé A, on recherche le phénol, l'indol, le scatol ainsi que les acides gras, acétique, butyrique, après leur transformation en composés sodiques.

Revenant ensuite au résidu de la cornue, partie B, qui contient une grande partie des produits solubles, on les sépare pour les analyser plus facilement. A cet effet, on commence par concentrer le liquide après l'avoir sorti de la cornue, on le sursature par de l'acide sulfurique et on le traite d'abord par l'alcool, puis par l'éther; on obtient ainsi une solution éthéro-alcoolique qui contient des acides gras libres, des corps gras, de la cholestérine, etc.

Pour examiner d'abord la solution éthéro-alcoolique, on la sursature avec du carbonate de soude; puis, après avoir chassé l'alcool et l'éther par distillation, on ajoute au résidu de l'eau en assez grande quantité et l'on épuise par l'éther qui enlève les graisses neutres et la cholestérine. Le résidu de cette solution éthérée est saponifié par la potasse alcoolique qui transforme les graisses en savons solubles. En reprenant par l'eau, puis en épuisant ce liquide aqueux par l'éther, on a d'une part la cholestérine en solution éthérée et le savon en solution aqueuse.

La solution aqueuse alcalinisée par le carbonate de soude prove-

(1) Frémy, *Encyclop. chimique,* t. LXXIII, p. 259.

nant de la précédente opération est additionnée d'acide sulfurique, puis soumise à la distillation. Le résidu de cette distillation peut contenir des acides gras fixes (palmitique, stéarique, oléique), qui se séparent par refroidissement en une couche huileuse ou solide. On traite par l'éther, qui les abandonne par évaporation.

Dans la dernière partie de la méthode, on recherche les résidus des aliments hydrocarbonés, c'est-à-dire amidon, dextrine et gomme, ainsi que la cellulose.

Telle est, quoique résumée, la méthode chimique analytique d'Hoppe-Seyler et de Thierfelder, modifiée par Garnier et Schlagenhaufen, méthode qui d'ailleurs est fort longue, très délicate et qui est plutôt théorique que pratique.

2° *Méthode d'Arthus* (1). — On commence par épuiser par l'éther humide les matières à analyser, préalablement desséchées à 110° et broyées au besoin avec du sable fin; on dissout les graisses neutres, les acides gras libres et les savons d'alcalis (?); on laisse dans le résidu les savons alcalino-terreux (savons calciques). On agite la solution éthérée avec de l'eau distillée : l'eau dissout les savons d'alcalis; l'éther retient les graisses neutres et les acides gras libres insolubles dans l'eau. La solution aqueuse de savons d'alcalis est précipitée par le chlorure de baryum, et les savons barytiques insolubles séparés par le filtre sont lavés à l'eau, desséchés et pesés.

La solution éthérée, débarrassée des savons d'alcalis, ne contient plus que les graisses neutres et les acides gras libres; elle est agitée avec une solution aqueuse de carbonate de soude : les acides gras libres passent à l'état de savons sodiques et se dissolvent dans l'eau; les graisses neutres ne sont pas altérées et restent en solution dans l'éther.

La solution aqueuse de savons sodiques peut, après neutralisation de l'excès de carbonate de soude qu'elle contient, être précipitée par le chlorure de baryum, et les savons barytiques insolubles sont séparés par le filtre, lavés, desséchés et pesés.

Mais cette façon de procéder est fort délicate : dans la neutralisation en effet, il faut ajouter une quantité d'acide suffisante pour neutraliser rigoureusement la totalité du carbonate de soude, sous peine de faire ensuite du carbonate de baryte qui souillerait le précipité des savons de baryte.

Il faut, d'autre part, éviter d'ajouter un excès d'acide, sous peine

---

(1) Arthus, *Chimie physiol.*, 1885, p. 31-33.

de précipiter une partie des acides gras des savons et de diminuer d'autant le précipité des savons de baryte.

Aussi a-t-on avantage à procéder de la façon suivante : les acides gras de la solution des savons sont précipités par un excès d'acide chlorhydrique, jetés sur un filtre, lavés, dissous par la soude; la solution est précipitée par le chlorure de baryum, et les savons de baryte sont lavés, desséchés et pesés.

La solution éthérée, débarrassée des savons d'alcalis et des acides gras libres, ne contient plus que des graisses neutres; elle est saponifiée par la soude caustique. Les savons sodiques produits sont dissous dans l'eau, précipités par le chlorure de baryum, et les savons barytiques produits, séparés par le filtre, sont lavés, desséchés et pesés.

Le résidu des matières épuisées par l'éther renferme encore les savons alcalino-terreux. On traite ce résidu par une liqueur acide, une solution chlorhydrique étendue par exemple; les savons alcalino-terreux sont décomposés et leurs acides gras sont mis en liberté. On peut par conséquent, après dessiccation de la masse, les extraire par l'éther, agiter la solution éthérée avec une solution aqueuse de carbonate de soude et obtenir des savons d'alcalis en solution dans la liqueur carbonatée, neutraliser cette dernière, précipiter les savons d'alcalis par le chlorure de baryum, séparer par filtration les savons barytiques, les laver à l'eau, les dessécher et les peser.

On a ainsi isolé les quatre groupes de substances grasses qu'on a ramenées à l'état de savons barytiques.

Cette méthode, certainement très longue, présente un certain côté original, puisque les graisses neutres, les acides gras, les savons alcalino-terreux y sont dosés sous le même état, c'est-à-dire sous forme de savons barytiques.

Arthus, dans une seule opération, extrait par l'éther humide les graisses neutres, les acides gras et les savons (?). Passe encore pour les graisses neutres et les acides gras; mais les savons ne sont pas enlevés, étant insolubles dans l'éther, comme nous le démontrerons par la suite.

D'après Arthus lui-même [1], les savons sont *un peu* solubles dans l'*éther humide;* or l'éther agité avec l'eau en dissout environ $\frac{1}{35}$ de son poids, et, quand on soumet cet éther humide à la distillation dans l'appareil de Soxhlet, l'éther, étant plus volatil que l'eau, passe

---

[1] Arthus, *Chimie physiol.,* 1885, p. 31.

seul. De cette façon l'eau n'exerce aucune action dissolvante sur les savons contenus dans les fèces.

On ne dose donc, par cette méthode, que les graisses neutres, les acides gras libres et les acides gras correspondant aux savons terreux après leur décomposition par l'acide chlorhydrique dilué.

3° *Méthode de Dastre* (1). — Les matières grasses qui sont contenues dans les excréments y sont sous quatre états :

1° Les graisses neutres;

2° Les acides gras libres;

3° Les savons alcalins;

4° Les savons de chaux et de magnésie en quantité très faible qui restent avec le résidu dans l'appareil de Soxhlet, parce qu'ils ne sont pas solubles dans l'éther.

On opère de la façon suivante :

Ayant prélevé une certaine quantité de fèces sèches, on les triture dans un mortier avec du sable fin, au préalable bien lavé, puis on les place dans un filtre spécial de l'appareil à épuisement de Soxhlet, d'où l'on extrait les graisses par l'éther. L'extrait éthéré total, après dessiccation absolue, est pesé, et son poids donne en conséquence, la quantité de graisses contenues dans les fèces examinées.

L'extrait éthéré sec est redissous dans l'éther, et cette solution est partagée en trois lots égaux destinés à la recherche des trois premières espèces de corps gras que seul l'éther a pu extraire.

On recherche tout d'abord les *savons*.

Pour ce faire, on additionne l'extrait éthéré d'un égal volume d'eau. On agite, on décante après repos la couche inférieure aqueuse qui contient les savons; après plusieurs décantations successives, ces eaux sont réunies, puis traitées par le chlorure de baryum qui précipite les savons sous forme de savons de baryte insolubles qu'on pèsera à l'état sec et d'où l'on remontera aux acides gras évalués en acides palmitique et stéarique.

Ensuite on recherche les *acides gras*.

On traite la solution éthérée par une solution alcoolique aqueuse ($\frac{1}{5}$ d'alcool) de carbonate de soude pour neutraliser les acides gras sans saponifier les graisses neutres; on a ainsi deux couches : une couche supérieure formée par l'extrait alcoolique éthéré contenant les graisses neutres; une inférieure contenant les savons de soude.

On ajoute de l'eau, on agite, on décante trois fois. La liqueur

(1) Dastre, *Arch. de Physiol.*, 5e série, t. III, 1891.

aqueuse contenant les savons de soude est traitée par l'acide chlorhydrique qui décompose les savons et met les acides gras en liberté; on filtre sur un papier préalablement taré, on lave à l'eau, on dessèche, on pèse et l'on obtient le poids des acides gras.

Enfin on recherche les *graisses neutres* de la façon suivante :

On prépare d'abord de l'éthylate de sodium en jetant un fragment de sodium dans l'alcool éthylique; on verse dans l'extrait éthéré; les graisses neutres se décomposent à froid et les acides gras s'unissent à la soude en formant un précipité de savon de soude. On additionne d'eau et de chlorure de baryum. On agite, on décante le précipité de savon de baryte et l'eau. On filtre la bouillie, on lave le filtre pour chasser l'excés de baryte, les savons restent sur le filtre; on les dessèche, on les pèse; on remonte aux acides gras et de là aux graisses neutres.

Restent encore à déterminer les *savons alcalino-terreux*, savons de chaux et de magnésie, ainsi que les savons acides insolubles dans l'éther qui sont restés avec le résidu sec dans l'appareil à épuisement. Pour cela, on reprend ce résidu par l'eau additionnée d'acide chlorhydrique à 2 pour 100; le tout est porté à l'ébullition. Les savons acides de soude, les savons de chaux et de magnésie sont décomposés et les acides gras mis en liberté. On filtre, on reporte dans l'appareil à épuisement la partie insoluble et l'on épuise par l'éther. On obtient ainsi les acides gras correspondant aux sels en question; on évapore, on dessèche et l'on pèse. On a ainsi en acides gras la quantité de graisses qui avait échappé à la première analyse.

Le procédé de Dastre, qui n'est en somme qu'une modification de celui d'Arthus, présente naturellement la même erreur au point de vue du dosage des savons alcalins, ces derniers étant insolubles dans l'éther.

Une remarque s'impose également quant au dosage des acides gras. En effet, la solution éthérée des acides gras est traitée par une solution alcoolique aqueuse de carbonate de soude pour neutraliser les acides gras sans saponifier les graisses neutres. Or la solution alcoolique aqueuse de carbonate de soude (dont le titre n'est pas indiqué) ne doit pas être trop concentrée, car ce sel, étant insoluble dans l'alcool et dans l'éther, serait précipité sans pouvoir neutraliser les acides gras.

Quant au dosage des acides gras provenant des savons terreux, il est inexact de le faire par pesée, car, lorsqu'on traite le résidu des fèces par l'acide chlorhydrique étendu, on libère ainsi des combinaisons résineuses précédemment insolubles dans l'éther,

dont le poids vient alors s'ajouter à celui des acides gras et fausse les résultats.

Il serait préférable de doser ces acides gras au moyen d'une solution $\frac{N}{10}$ de soude par exemple et de les calculer en acide stéarique.

4° *Méthode de Fr. Müller* (1). — Cette méthode, indiquée par SCHMIDT et STRASSBÜRGER, est la première qui soit basée sur l'absorption préalable d'aliments dont on connaisse la composition.

Elle consiste à soumettre le malade pendant plusieurs jours à un « régime d'expérience » dont la composition est la même chaque fois et dont le choix est tel, qu'il peut être pris aussi bien par des sujets bien portants que malades de l'intestin.

La dernière prescription donnée par Schmidt est la suivante :

On donne tous les jours : 1500g de lait, 100g de biscuit, 2 œufs, 50g de beurre, 125g de viande de bœuf, 190g de pommes de terre et 80g de gruau d'avoine. Ce repas correspond à : 102g d'albuminoïdes, 111g de graisses et 191g d'hydrate de carbone, soit en tout 2234cal.

La répartition se fait de la manière suivante :

Matin. — 0l,50 de lait avec 50g de biscuit.

Dans la matinée. — 0l,50 de lait, et crème d'avoine se composant de 40g de gruau d'avoine, 10g de beurre, 200g de lait, 300g d'eau et 1 œuf.

Midi. — 125g de viande de bœuf légèrement rôtie avec 20g de beurre. Plus 190g de pommes de terre écrasées et mélangées en purée avec 100g de lait et 10g de beurre.

Après-midi. — 0l,50 de lait avec 50g de biscuit.

Le soir. — 0l,50 de lait et crème d'avoine comme dans la matinée.

Cette nourriture d'expérience est donnée au moins pendant 3 jours jusqu'à ce que les selles qu'on recueille proviennent sûrement de ce repas. Les matières fécales sont reconnues à leur consistance régulière et à leur couleur plus claire; mais, pour être plus certain, on fait absorber au début de l'expérience 0g,30 de carmin en poudre, de façon à bien marquer la délimitation entre les fèces anciennes et normales.

A propos de cette délimitation, on a employé toutes sortes de substances et d'artifices.

C'est ainsi que Ranke fait absorber des baies d'airelle.

---

(1) SCHMIDT et STRASSBÜRGER, *Die fæces des Menschen*, Berlin, 1904, p. 5.

Carl Voigt (1) conseille chez le chien 60g d'os tendres donnés avant et aprés l'expérience.

Adamkiéwicz fait avaler une petite éponge avant et après.

Rubner (2) donne du lait et ensuite de la poudre de charbon.

Salkowski et Munk (3) emploient chez le chien des morceaux de liége au début et à la fin des expériences.

Cremer et Neumayer (4) utilisent l'acide salicylique, etc.

De tous ces procédés, le meilleur et le plus simple, c'ést l'emploi d'une poudre inerte telle que la poudre de charbon ou de carmin.

Étant en possession des matières fécales provenant du repas d'expérience, on en prélève une certaine quantité qu'on dessèche complètement. On épuise par l'éther. L'extrait obtenu contient les graisses neutres et les acides gras. Le résidu des féces est traité par l'alcool acidifié et épuisé de nouveau par l'éther. Cet extrait contient les acides gras provenant des savons alcalins et alcalino-terreux. Du premier extrait obtenu, on isole et enlève les acides gras volatils par lavage à l'eau bouillante; le reste est séché, pesé et, après une dissolution renouvelée, titré dans l'alcool-éther avec la potasse alcoolique pour la détermination de son contenu acide.

Pour ce dernier procédé, on emploie de la potasse alcoolique au $\frac{1}{5}$ ou au $\frac{1}{10}$ et, comme indicateur, de la phénolphtaléine.

F. Müller prend pour base de calcul le poids moléculaire de l'acide stéarique : 1cm³ de solution de potasse alcoolique $\frac{N}{10}$ correspondant à 0g,0284 d'acide stéarique, c'est-à-dire que l'on multiplie le nombre de centimètres cubes de potasse employés par 0g,0284 pour avoir le poids des acides gras. Par différence on obtient les graisses neutres (y compris la cholestérine et la lécithine).

En ce qui concerne les savons, on peut facilement les séparer en savons alcalins et savons alcalino-terreux. Il suffit, aprés avoir extrait les graisses neutres et les acides gras par l'éther, d'épuiser le résidu par l'alcool qui dissout seulement les savons alcalins. L'analyse des cendres sert éventuellement pour une détermination plus exacte.

Rien de plus à dire du procédé chimique, qui doit être juste, mais qui manque cependant de précision dans les détails, une

(1) Carl Voigt, *Zeit. f. Biolog.*, 1886, et *Handlung der Physiol. von Hermann,* 1881.

(2) Rubner, *Zeits. f. Biolog.*, t. XV, 1879.

(3) Salkowski et Munk, *Zeitsch. f. Chemie,* t. VIII.

(4) Cremer et Neumayer, *Zeit f. Biolog.*, t. XXXV, 1897.

méthode analytique devant être minutieusement développée dans tout son ensemble, afin d'éviter le tâtonnement et les hésitations dans son exécution.

Quant « au régime d'expérience », il doit être assez péniblement supporté par un homme sain; à plus forte raison le serait-il pour certains malades atteints de lithiase biliaire ou de pancréatite qui, la plupart du temps, ne peuvent absorber que de petites quantités de lait.

Il nous faut arriver jusqu'en 1906 pour avoir un procédé un peu plus précis dans son ensemble : nous voulons parler du procédé Gaultier

Méthode R. Gaultier (1). — Tandis que la méthode précédente était basée sur un *régime d'expérience* durant 3 jours, celle de Gaultier comprend l'ingestion d'un repas d'épreuve unique.

Le malade est d'abord mis au régime lacté pendant 2 jours; le matin du troisième jour, il absorbe le repas suivant :

REPAS D'ÉPREUVE se composant de :	QUANTITÉ.	CORRESPONDANT A			TOTAL.
		Albumine.	Hydrates de C.	Graisses.	
	g	g	g	g	
Pain	100	7,06	52,56	0,46	46g,71
Viande de bœuf	60	12,57		3,24	
Beurre	30	5		24,93	
Lait	500	17,30	22,40	18	
Pommes de terre	100	0,65	10	0,08	

Au commencement, au milieu et à la fin du repas, le malade prend un cachet de 0g,30 de carmin en poudre qui, par coloration rose, délimitera les fèces provenant du repas. 6 à 8 heures après le repas d'épreuve, le régime lacté est réinstitué. Le malade doit recueillir toutes les selles colorées en rouge ou en rose.

A propos de l'emploi du carmin comme procédé de délimitation, il serait de beaucoup préférable d'utiliser une autre poudre colorante, inerte également, comme le charbon, et dont le pouvoir tinctorial est beaucoup moindre, car le carmin a le grand inconvénient de tapisser toute la muqueuse intestinale et, de ce fait, colore non seulement les aliments correspondant au repas d'épreuve, mais encore les aliments pris postérieurement; de là une cause

(1) R. Gaultier, *Coprologie clinique*, 1907, p. 311-330.

d'erreur. Le fait suivant en est un exemple et en donne l'explication.

Un de nos malades atteint de pancréatite (diagnostic contrôlé par l'autopsie) avait ingéré, d'aprés la méthode de R. Gaultier, le repas d'épreuve suivant :

ALIMENTS.	QUANTITÉ.	TENEUR en graisses de chaque aliment.	TOTAL.
Pain	30g	0g,15	46g,40
Lait	500cm³	18	
Beurre	30g	24,93	
Pommes de terre	100g	0,08	
Viande de bœuf	60g	3,24	

Or, d'après les expériences de Gaultier, la quantité de fèces fraîches fournie par un tel repas d'épreuve est de 150g environ.

17 heures après l'ingestion du repas, les matières rouges apparaissaient et furent recueillies en totalité; leur poids était de 490g. Le surlendemain, les matières rendues étaient encore roses.

La quantité des graisses absorbées correspondant aux aliments avait été de 46g,40.

Du fait précédent (après dosage), la quantité de graisses excrétées fut de 52g,10, quantité de beaucoup supérieure aux graisses ingérées et malgré l'absorption, faible d'ailleurs chez ce malade.

Ce qui démontre bien que non seulement les matières correspondant au repas d'épreuve étaient colorées, mais encore celles provenant du repas suivant.

Dans la méthode de R. Gaultier, les fèces, après avoir été accueillies comme il a été dit précédemment, sont pesées, desséchées et soumises à l'examen suivant :

Analyse quantitative. — On prend une certaine quantité de fèces desséchées à l'étuve, et cette masse est pesée et triturée dans un mortier avec des morceaux de verre et du sable bien lavé à l'acide chlorhydrique, à l'eau et séché, et l'on fait une simple extraction par l'éther ordinaire additionné d'acide chlorhydrique (qui décompose les savons terreux). On a ainsi le poids total des graisses, y compris la cholestérine et la lécithine, qu'il faudrait séparer, mais qui en pratique n'ont point d'importance.

Analyse qualitative. — On procède comme suit :

La matière séchée et broyée est épuisée :

1° Par l'éther seul qui entraîne à la fois les graisses neutres, les

acides gras et les savons d'alcalis (?), dont on obtient ainsi le poids avec l'appareil de Soxhlet. Cet extrait, desséché et pesé, est redissous dans l'éther.

2° On traite cette liqueur éthérée par l'eau distillée, qui dissout les savons d'alcalis qu'on entraîne par décantation; on les précipite sous forme de savons de baryte par le chlorure de baryum; les savons barytiques insolubles sont séparés par le filtre, lavés à l'eau, desséchés et pesés.

3° Dans la partie éthérée, on dose les acides gras par une solution $\frac{N}{10}$ de potasse alcoolique en présence de phénolphtaléine; 1^{cm^3} de cette solution saturant 0,0284 d'acide stéarique, on obtient le poids des acides gras en acide stéarique.

4° Par différence, on obtient les graisses neutres.

Dans sa Thèse inaugurale [1] le Dr Juilhe, ne voulant étudier que l'utilisation des graisses alimentaires, donne une méthode d'examen et un repas d'épreuve différents de ceux de Gaultier, mais qui, en réalité, ne sont qu'une abréviation du procédé précédent.

Dans son repas d'épreuve, il élimine *tout ce qui n'est pas absolument nécessaire, tel que viande, lait, etc., aliments dont la teneur en graisses est beaucoup trop variable.*

Ce repas se compose de :

ALIMENTS.	QUANTITÉ.	TENEUR en graisses de chaque aliment.	GRAISSES totales.
Pommes de terre	200 g	0,15 g	41g,70
Beurre........................	50	41,55	
Sel...........................	à volonté	0	

La quantité de graisses ingérées après un tel repas est de 41g,70.

Pour le dosage des graisses, Juilhe prend une parcelle (?) de matières qu'il dessèche à l'étuve d'Arsonval à 110° pendant 24 heures. Les matières sont ensuite broyées avec du sable fin et placées dans la douille d'un appareil de Soxhlet, puis épuisées par l'éther. Le résultat est un liquide un peu louche (?), de couleur ambrée ou brun noirâtre, d'odeur caractéristique, qui par dessiccation aban-

---

(1) A. Juilhe, *De l'utilisation des graisses aliment.* (*Th. Doct.*), 1908, p. 41.

donne un coagulum (?) formé d'écailles craquelées de couleur foncée ([1]).

Ce coagulum est repris par l'éther et l'on obtient alors deux parties ([2]) : l'une A, soluble dans l'éther, est recueillie dans un vase taré et desséché; l'autre B, formée de minces croûtelles blanchâtres (?), absolument insoluble dans l'éther. Pensant avoir affaire à des savons, Juilhe les traite par l'eau bouillante, sans succés d'ailleurs.

La partie B est alors transformée en acides gras, ce qui est obtenu par ébullition en solution aqueuse, en présence de 5^{cm^3} de HCl. Désormais solubles dans l'éther, les acides gras sont enlevés par ce dissolvant, redesséchés et pesés. Enfin les vases contenant A et B sont traités par l'alcool à 95 pour 100 et l'acidité des corps gras est dosée par une solution $\frac{N}{10}$ de potasse alcoolique.

Par différence avec les pesées, on obtient le poids des graisses neutres.

Nous nous sommes demandé pourquoi M. Juilhe, dont le but, bien modeste d'ailleurs, *était de connaître la quantité de graisses dédoublées et non pas la proportion respective de savons et d'acides gras,* avait compliqué sa méthode d'une façon aussi peu pratique qu'obscure.

Il était préférable d'opérer simplement l'extraction des graisses comme le fait Gaultier dans la première partie de sa méthode et d'en déduire la quantité de graisses dédoublées.

Nous nous sommes proposé de rechercher laquelle parmi ces méthodes donne les résultats les plus exacts. A cet effet, nous avons exécuté un très grand nombre d'analyses d'aprés le procédé de René Gaultier, le dernier en date dans l'étude de la Coprologie.

Cette méthode, à première vue, paraît claire et surtout très simple; elle présente cependant de grosses erreurs.

Tout d'abord, dans l'analyse quantitative, Gaultier emploie de l'éther additionné d'acide chlorhydrique; or l'éther et l'acide chlorhydrique sont deux liquides non miscibles, à la façon de l'eau et l'huile, et dont l'action réciproque est par conséquent nulle. D'où impossibilité par ce fait d'obtenir une décomposition des savons terreux.

([1]) Nous n'avons jamais obtenu qu'un résidu gras foncé qui, après complète dessiccation, prenait un aspect cireux uniforme.

([2]) D'après nos analyses, la solution éthérée était homogène et ne donnait aucun dépôt.

Pour ce qui est de l'analyse qualitative, Gaultier extrait d'un seul bloc, comme les auteurs vus précédemment, Arthus, Dastre, etc., les graisses neutres, les acides gras et les savons alcalins par l'éther. Or nous avons dit que les savons alcalins étaient totalement insolubles dans l'éther, ainsi que le prouvent les diverses recherches exécutées sur ce sujet.

Essais de solubilité des savons dans l'éther. — Nous avons vu que les savons alcalins qu'on rencontre dans les excréments sont uniquement constitués de savons de soude, lesquels sont composés de stéarate, de palmitate et d'oléate de soude pour la majeure partie.

Nous avons donc préparé synthétiquement un certain nombre de ces savons, analogues à ceux qu'on trouve dans les fèces, et, pour plus de précision, nos recherches ont également porté sur des savons de potasse et d'ammoniaque.

A cet effet, on traite, dans un petit matras de verre, 1^{g} de savon ainsi préparé et bien desséché, par 50^{cm^3} d'éther sec. On laisse en contact pendant 24 heures, à la température de + 20°, en agitant de temps en temps.

Ou bien encore, on épuise le savon par l'éther sec dans l'appareil de Soxhlet.

Dans les deux cas, la liqueur éthérée est recueillie, puis filtrée, et on l'évapore au bain-marie dans une capsule de porcelaine. Le résidu est pesé après complète dessiccation.

Pour la préparation de ces savons, nous avons utilisé tantôt des corps gras solides (beurre, axonge, etc.), tantôt des corps gras liquides (huiles, etc.), tels qu'on les rencontre dans l'alimentation courante.

Les résultats furent les suivants :

I. — Savons de soude.

1° *Savon animal.* — Pour le préparer on prend :

Graisse de veau	50^{g}
Lessive de soude	25
Eau distillée	100
Chlorure de sodium	10

On met la graisse de veau et l'eau distillée dans une capsule et l'on chauffe. Quand la matière grasse est fondue, on mélange la lessive de soude par petites portions en agitant continuellement.

On entretient la chaleur et l'agitation jusqu'à ce que la saponification soit complète; on ajoute alors le chlorure de sodium et l'on favorise sa dissolution par l'agitation. On enlève le savon qui se rassemble à la surface, on l'égoutte, on le fond à une douce température, puis on le coule dans un moule où il se solidifie par le refroidissement.

Le savon animal ainsi préparé est un mélange d'oléate, de palmitate et de stéarate de soude, qui ne contient pas de glycérine.

Après avoir traité par l'éther anhydre 1g de ce savon desséché comme il a été dit plus haut, on a évaporé la liqueur éthérée. Cette dernière a laissé un résidu de 0g,03 qui, d'une part, était insoluble dans l'eau et, d'autre part, laissait une tache sur le papier, et qui ne présentait aucunement les caractères des savons. (Les savons alcalins étant solubles dans l'eau et dans l'alcool, leur dissolution mousse facilement par agitation; de plus, ils donnent un précipité avec le chlorure de baryum par suite de la formation d'un savon de baryte insoluble.)

Le résidu était donc constitué par des matières grasses non saponifiées.

2° *Savon de beurre.* — La préparation est identique à celle du savon animal.

Ce savon de beurre est un mélange de stéarate, de palmitate, butyrate et caproate de soude.

1g de savon de beurre, soumis aux essais précédents, a laissé un résidu de 0g,14 constitué par de la graisse non saponifiée.

3° *Savon d'axonge.* — Même préparation que celle du savon animal.

Le savon d'axonge est un mélange d'oléate, de palmitate et de stéarate de soude.

1g de savon d'axonge soumis aux essais précédents a donné un résidu de 0g,16 constitué par de la graisse non saponifiée.

4° *Savon amygdalin.* — Pour le préparer on prend :

Huile d'amandes douces...........................	210g
Lessive de soude.................................	100g

On fait le mélange dans un pot de faïence en introduisant peu à peu la lessive de soude dans l'huile. On place le mélange pendant quelques jours à une température de + 18°-20° et l'on agite de temps en temps jusqu'à ce qu'il ait acquis une consistance de pâte molle. Alors on le coule dans un moule en faïence, d'où on ne le retire que lorsqu'il est entièrement solidifié.

Le savon amygdalin est un mélange d'oléo-palmitate de soude et de glycérine.

1g de ce savon soumis aux précédents essais a laissé un résidu de 0g,04 formé par de la graisse non saponifiée.

5° *Savon d'huile d'olives.* — On mélange intimement l'huile d'olives et la lessive de soude par petites portions et l'on opère comme précédemment.

Ce savon est un mélange d'oléate de soude en majeure partie avec du palmitate, et du stéarate de soude.

1g de ce savon traité comme ci-dessus a fourni un résidu de 0g,13 formé de corps gras non saponifiés.

6° *Savon blanc du commerce.* — Le savon blanc du commerce, préparé avec un mélange de corps gras et de lessive de soude, contient principalement de l'oléate, du palmitate et du stéarate de soude.

1g de ce savon soumis aux mêmes essais a laissé un résidu de 0g,05 constitué par de la graisse non saponifiée.

II. — Savons de potasse.

Les savons à base de potasse étant mous et contenant une assez grande quantité d'eau, nous avons trituré 10g de savon avec 100g de sable lavé à l'acide chlorhydrique, à l'eau et à l'éther. Puis le mélange a été desséché à l'étuve à 30°. Aprés dessiccation complète et refroidissement, nous avons prélevé une quantité de ce mélange correspondant à 1g de savon desséché, et nous l'avons traité par l'éther anhydre comme dans le cas des savons de soude.

Nos essais ont porté sur les savons suivants :

1° *Savon de beurre.* — On prend :

	g
Beurre	50
Lessive de potasse	25
Eau distillée	100
Chlorure de sodium	10

On met le beurre et l'eau dans une capsule de porcelaine, et l'on chauffe. Quand la matière grasse est fondue, on mélange la lessive de potasse par petites portions en agitant continuellement. On entretient la chaleur et l'agitation jusqu'à ce que la saponification soit complète.

On ajoute alors le chlorure de sodium et l'on favorise sa dissolution

par l'agitation. On enlève le savon qui se rassemble à sa surface, on l'égoutte, on le fond à une douce température et finalement on le coule dans un moule.

Ce savon de beurre est un mélange de palmitate, stéarate, butyrate et caproate de potasse.

1g de ce savon traité comme précédemment a laissé un résidu de 0g,07 constitué par de la graisse non saponifiée.

2° *Savon d'huile d'amandes douces.* — On prend pour le préparer :

Huile d'amandes douces..........................	210g
Lessive de potasse..............................	100g

On fait le mélange dans un vase en introduisant la lessive de potasse peu à peu dans l'huile d'amandes douces. On place le mélange pendant quelques jours à une température de + 18°-20° et on l'agite de temps à autre jusqu'à consistance de pâte molle. On le coule dans un moule, dans lequel on le conserve.

Le savon d'huile d'amandes douces contient de l'oléate et du palmitate de potasse.

1g de ce savon traité par l'éther, comme ci-dessus, a laissé un résidu de 0g,30 formé de graisses non saponifiées.

3° *Savon d'huile d'olives.* — La préparation est de tout point semblable à la précédente.

Le savon d'huile d'olives est un mélange de palmitate, d'oléate, et de stéarate de potasse.

1g de ce savon épuisé par l'éther a laissé un résidu de 0g,11 constitué par de la graisse non saponifiée.

4° *Savon noir du commerce.* — Ce savon résulte de l'action de la lessive de potasse sur un mélange de graisses provenant de déchets. Il renferme de l'oléate, du stéarate et du palmitate de potasse.

1g de ce savon épuisé par l'éther anhydre a fourni un résidu de 0g,06, toujours constitué par de la graisse non saponifiée.

III. — Savons d'ammoniaque.

Les savons ammoniacaux, peu faciles à préparer, ont été obtenus, d'une part, par saturation de l'alcali par l'acide oléique et, d'autre part, par double décomposition entre une solution de savon médicinal et une solution de sulfate d'ammoniaque.

A cet effet, la solution aqueuse de sulfate d'ammoniaque a été versée petit à petit dans la solution bien neutre de savon médicinal

jusqu'à ce que le précipité ne varie plus. Ce précipité, recueilli sur une toile, a été exprimé, puis desséché.

1g de savon épuisé par 50g d'éther anhydre a laissé un résidu de 0g,25 ne présentant nullement les caractères des savons.

Nos essais ont ensuite porté sur des savons purs, non mélangés entre eux, tels que l'oléate, le palmitate et le stéarate de soude que l'on trouve dans le commerce.

Oléate de soude. — Ce savon est peu soluble dans l'éther froid, 0g,15 pour 100 environ. Dans l'éther bouillant, la solubilité augmente.

Palmitate de soude. — Ce savon est totalement insoluble dans l'éther anhydre.

Stéarate de soude. — Presque insoluble dans l'éther anhydre, même bouillant.

Maintenant une objection pouvait nous être faite : les savons alcalins contenus dans les fèces sont peut-être solubles dans l'éther à la faveur des acides gras.

Or nous avons préparé des mélanges d'acide oléique et d'oléate de soude, d'acide palmitique et de palmitate de soude, etc.; mais dans ce cas, on n'obtient plus des savons alcalins, mais des savons acides de soude. Malgré cela, ces savons restaient parfaitement insolubles dans l'éther.

Enfin, un dernier fait qui prouve l'insolubilité des savons dans l'éther et qui est un procédé utilisé dans les laboratoires est le suivant : lorsqu'on veut rechercher si un savon a été falsifié par de la résine, on épuise ce savon après l'avoir desséché par de l'éther.

La solution éthérée abandonne, par évaporation, la résine.

Si donc le savon était soluble dans l'éther, le procédé serait inapplicable.

Voici donc bien démontré expérimentalement l'***insolubilité*** des savons dans l'éther.

La méthode de René Gaultier pêche donc par ce point. Du reste, comme nous le verrons plus loin, en suivant fidèlement son procédé, nous n'avons jamais obtenu de précipité de savons barytiques indiquant la présence de savons alcalins. Tout au plus avons-nous eu un louche, très faible d'ailleurs, et pas dans tous les cas (deux fois seulement). Cependant, si l'on est parvenu à obtenir un précipité par le chlorure de baryum, il n'est sûrement pas dû à une précipitation de savons sous forme de savons de baryte.

Ce qui porte à croire que cette méthode est beaucoup plus théorique que pratique.

Méthode adoptée. — Reprenant le procédé de Gaultier et cherchant à l'utiliser tout en le simplifiant, nous avons essayé de trouver un liquide ou un mélange de liquides autres que l'éther humide employé assez fréquemment et qui serait susceptible de dissoudre à la fois les graisses neutres, les acides gras et les savons.

Choix d'un dissolvant. — Dans cet ordre d'idées, nous nous sommes servi tout d'abord d'*alcool absolu.*

Or les acides gras, constitués en majeure partie par un mélange d'acide palmitique, stéarique et oléique en proportions variables, ne sont pas tous solubles dans l'alcool absolu; d'autre part, l'alcool absolu dissout beaucoup moins bien les graisses neutres que l'éther.

Enfin, la température d'ébullition de l'alcool (80°) est plus élevée que celle de l'éther (33°).

Par conséquent, l'alcool absolu était à rejeter.

Alcool-éther. — Nous avons préparé ensuite un mélange d'alcool-éther dans la proportion de 60 parties d'éther et 40 parties d'alcool à 90°; mais, quand on emploie un tel mélange pour l'épuisement des fèces dans l'appareil de Soxhlet, l'éther, beaucoup plus volatil, passe d'abord en entraînant graisses neutres et acides gras et certaines matières résineuses, lesquelles, peu solubles dans l'alcool distillé, viennent s'y précipiter.

Ensuite, les acides gras ne sont pas très solubles dans ce mélange.

Liqueur d'Adam. — Elle se compose de :

	cm³
Alcool à 90°	835
Ammoniaque du Codex	30
Eau distillée Q. S. pour	1000

Pour la préparer on prend :

	Volumes.
Alcool ammoniacal	100
Éther pur à 65°	110

La liqueur d'Adam est un excellent dissolvant des graisses et de certains savons, mais ne peut s'employer qu'à froid, car, pendant la distillation dans l'appareil de Soxhlet, cette liqueur se décom-

poserait en ses éléments et l'ammoniaque y contenue neutraliserait en partie les acides gras des fèces.

Acétone. — Excellent dissolvant des graisses, mais pas des acides gras, et en particulier pour les acides palmitique et stéarique.

Il faut se méfier de ces liquides qui dissolvent une certaine quantité d'eau, comme ce dernier par exemple.

Chloroforme. — Bon dissolvant des matières grasses, mais pas des acides gras.

Éther de pétrole et benzine. — Liquides très employés pour l'extraction des matières grasses, ces produits renferment dans le commerce beaucoup trop d'impuretés. Ils dissolvent très bien les acides gras, même mieux que l'éther ; malgré ces qualités, il n'y a pas avantage à les employer, à cause de leurs impuretés et de leur point d'ébullition, plus élevé que celui de l'éther.

Après ces nombreux essais, notre choix s'est définitivement arrêté sur l'éther dit *sulfurique,* qui dissout merveilleusement bien les graisses neutres et les acides gras, et qui a l'avantage d'entrer en ébullition à une température relativement basse de 33°.

Seulement, nous avons pris la précaution de rectifier le produit commercial de la façon suivante :

On opère sur :

Éther ordinaire	1^l

On y ajoute :

Chaux éteinte calcinée	100^g
Chlorure de calcium fondu et pulvérisé	100^g

On laisse en contact pendant 36 heures en agitant de temps à autre. On filtre, puis on distille en ne recueillant que les huit dixièmes environ.

On obtient de cette façon un produit pur et absolument neutre.

Parmi les nombreuses méthodes analytiques essayées, celle qui nous a fourni les meilleurs résultats est la suivante :

Analyse quantitative et qualitative. — 1° Environ 1^g de fèces desséchées sont épuisées dans un appareil de Soxhlet, par de l'éther sec qui dissout seulement les graisses neutres et les acides gras, dont on connaît le poids total par évaporation.

Cet extrait éthéré est redissous dans l'éther et, dans cette liqueur, on dose les *acides gras* avec une solution $\frac{N}{10}$ de potasse

alcoolique en présence de phénolphtaléine (chaque centimètre cube de KOH $\frac{N}{10}$ correspondant à 0g,0284 d'acide stéarique).

Par différence, on obtient les *graisses neutres.*

2° Le résidu des fèces est traité par l'alcool chlorhydrique au $\frac{1}{10}$ (5g d'alcool chlorhydrique pour 1g de fèces), qui décompose les savons alcalins et alcalino-terreux en mettant leurs acides gras en liberté. On évapore à siccité, puis on fait un nouvel épuisement par l'éther qui dissout ces *acides gras.*

On les dose dans la liqueur éthérée comme précédemment avec la potasse alcoolique $\frac{N}{10}$. De ces acides gras, on remonte aux savons calculés en stéarate de soude (*voir* p. 49, note).

On obtient ainsi par ce procédé les *graisses neutres,* les *acides gras libres* et les *acides gras correspondant aux savons.*

Pour vérifier l'exactitude de cette méthode, nous l'avons essayée comparativement avec la méthode de R. Gaultier, d'abord sur un mélange synthétique de graisses rappelant celles qu'on trouve dans les fèces, puis sur des fèces mêmes.

Nous avons vu que les graisses contenues dans les matières fécales y sont sous quatre états :

1° Les graisses neutres;

2° Les acides gras libres;

3° Les savons alcalins;

4° Les savons terreux de chaux et magnésie.

Nous avons imaginé de faire un mélange de ces graisses dans certaines proportions (exagérées à dessein de façon à en démontrer les résultats) et de la manière suivante :

Nous avons pris comme :

			g
Graisses neutres.	Beurre privé d'eau par dessiccation		2
Acides gras.	Acide oléique pur. Acide palmitique pur. Acide stéarique pur.	$\overline{aa}$ 0g,50, soit....	1,50
Savons alcalins.	Oléate de soude pur. Palmitate de soude pur. Stéarate de soude pur.	$\overline{aa}$ 0g,50, soit....	1,50
Savons terreux.	Savon de chaux. Savon de magnésie.	$\overline{aa}$ 0g,25, soit....	0,50

Le tout a été soigneusement trituré avec 30g de sable préalablement lavé à l'eau, à l'acide chlorhydrique, à l'eau distillée, à l'éther, puis desséché à l'étuve. Après dessiccation complète du mé-

lange, nous avons épuisé le produit avec de l'éther sec, dans l'appareil de Soxhlet, pendant 1 heure et demie.

Les résultats furent les suivants :

EXTRAIT ÉTHÉRÉ TOTAL se décomposant comme suit :	MÉTHODE	
	Gaultier. 3g,66	adoptée. 4g,81
Graisses neutres	g 2,14	g 2,12
Acides gras libres	1,52	1,54
Acides gras des savons		1,15
Acides gras calculés en stéarate de soude (1)	0	1,24

On peut expliquer les résultats obtenus par la méthode que nous avons choisie, de la façon suivante :

Les produits solubles dans l'éther sont :

1° Graisses neutres	g 2
2° Acides gras libres	1,50
3° Graisses non saponifiées contenues dans les 1g,50 de savons de soude après épuisement par l'éther	0,12
4° Il ne faut pas non plus oublier l'action, quoique faible, des acides organiques sur les savons. Ainsi, dans un essai, nous avons laissé en contact 24 heures un mélange de 0g,50 d'acide stéarique et de stéarate de soude additionné de 20g d'éther. Puis nous avons titré l'acidité du mélange (calculée en acide stéarique) avec une solution $\frac{N}{10}$ de potasse alcoolique en présence de phénolphtaléine. Après calcul, nous avons trouvé 0g,61 au lieu des 0g,50 mis auparavant. Pour l'analyse ci-dessus nous n'avons trouvé que	0,04
les acides étant restés en contact avec les savons pendant un temps très court.	
Ce qui fait comme produits solubles dans l'éther un total de.	3,66

(1) Les acides gras ont été calculés en stéarate de soude d'après la formule suivante :

$$C^{17}H^{35}.CO^2H + NaOH = H^2O + C^{17}H^{35}.CO^2Na.$$

Ac. stéarique. Soude. Eau. Stéarate de soude.

$$284 + 40 = 18 + 306.$$

Pour le cas ci-dessus, les 1g,15 d'acides gras donnnent

$$\frac{306 \times 1,15}{284}$$ 1g,24 de stéarate de soude.

Report..... 3,66

Nous avons ensuite calculé quelle était la quantité d'acides gras contenus dans les 2g de savons alcalins et terreux ; nous avons trouvé 1g,23 d'acides gras, tandis que la méthode adoptée ne nous a donné que 1,15

Soit une différence de 0g,08 provenant de perte mécanique.

Ce qui fait comme extrait éthéré total.................... 4,81

On voit donc, en comparant les tableaux ci-dessus, une notable différence (1g,15) dans les résultats entre les deux méthodes, différence provenant de la non-extraction des savons par l'éther dans la méthode de Gaultier.

Nous avons entrepris une deuxième série d'expériences, mais en utilisant cette fois des savons alcalins et terreux privés de leurs matières grasses non saponifiées, par un lavage à l'éther suivi d'une dessiccation à l'étuve. Nous avons pris encore :

				g
Graisses neutres.	Beurre desséché dans le vide			2
Acides gras.	Acide oléique. Acide palmitique. Acide stéarique.		$\overline{aa}$ 0g,50, soit	1,50
Savons traités par l'éther anhydre.	Alcalins.	Oléate de soude. Palmitate de soude. Stéarate de soude.	$\overline{aa}$ 0g,50, soit	1,50
	Terreux.	Chaux. Magnésie.	$\overline{aa}$ 0g,25, soit	0,50

La durée de l'épuisement dans l'appareil de Soxhlet a été de 3 heures. Les résultats furent les suivants :

EXTRAIT ÉTHÉRÉ TOTAL se décomposant comme suit :	MÉTHODE Gaultier. 3g,47	MÉTHODE adoptée. 4g,65
	g	g
Graisses neutres	1,98	1,99
Acides gras libres	1,49	1,51
Acides gras des savons		1,15
Acides gras calculés en stéarate de soude	0	1,24

La différence entre les deux méthodes est toujours la même (1g,15 correspondant aux acides gras des savons) ; mais cette fois la méthode que nous avons déjà adoptée donne des chiffres, à peu de chose près, identiques à ceux du mélange de synthèse.

Vu les résultats obtenus, nous avons appliqué la même méthode comparative sur les matières fécales. A cet effet nous avons fait prendre un certain nombre de repas d'épreuve comme l'indique Gaultier dans sa méthode, d'abord à des gens sains, puis à des malades atteints d'ictère, de cirrhose et d'affection du pancréas; ensuite les fèces ont été recueillies. Nous en avons prélevé un échantillon moyen d'un poids tel qu'après la dessiccation, la prise d'essai corresponde à 1g environ. La prise de l'échantillon, qui dépend de l'état des matières (selles dures, diarrhéiques, etc.) est ensuite triturée avec du sable lavé à l'acide chlorhydrique, à l'eau et à l'éther, puis desséchée à l'étuve à 100°. Après complète dessiccation, le produit est pulvérisé au mortier de façon à le mélanger intimement et divisé en deux lots de même poids. Enfin, sur chaque lot, on procède à l'épuisement par l'éther anhydre, d'après la méthode de Gaultier et d'après celle que nous avons choisie.

Une objection que l'on pourrait nous faire relativement à la deuxième partie de notre méthode est la suivante :

L'acidité correspondant aux acides gras des savons et dosée avec la potasse alcoolique ne serait-elle pas due à l'acide chlorhydrique introduit pour décomposer les savons?

Nous pouvons répondre qu'il n'en est rien.

En effet, quand même il resterait de l'acide chlorhydrique non évaporé, ce dernier ne serait pas entraîné par l'éther anhydre, puisque ces deux liquides ne sont pas miscibles.

Ensuite nous avons pris la précaution d'évaporer à siccité au bain-marie l'acide chlorhydrique en excès, et, comme moyen de vérification, nous nous sommes servi d'un papier indicateur très sensible, obtenu en trempant du papier non collé dans une solution alcoolique de diméthylamidoazobenzol à 0g,50 pour 100 (réactif de Topfer) qui vire du jaune au rouge avec des traces d'acide chlorhydrique libre. Il suffit, en effet, de placer un fragment de ce papier jaune dans la capsule où se produit l'évaporation jusqu'à ce qu'il ne change plus de couleur. De cette façon, les causes d'erreur sont éliminées.

Parmi les analyses que nous avons exécutées, nous en avons relaté quelques-unes prises au hasard, et l'on pourra se rendre compte immédiatement de la valeur de notre méthode en la comparant simultanément avec celle de R. Gaultier dans les tableaux-résumés qui vont suivre.

I. — État physiologique normal.

ANALYSE N° 1.

Diagnostic. — Homme sain légèrement dyspeptique.

Repas d'épreuve.

NATURE DES ALIMENTS.	QUANTITE.	TENEUR en graisses.	QUANTITÉ de graisses ingérées.
Lait	250 g	9 g	34g environ
Pain	100	0,46	
Beurre	30	24,93	

Poids des matières fraîches	178 g
Poids des matières sèches	7,20
Prise de l'échantillon moyen desséché	1,30

1° *Méthode Gaultier.*

La quantité de graisses contenues dans 1g,30 de fèces desséchées est de 0g,55.

La quantité de graisses totales (extrait éthéré total) est de 3g,05.

La quantité de graisses absorbées a été de

$$34^g - 3^g,05 = 30^g,95.$$

En faisant le pourcentage, on a

$$\frac{30,95 \times 100}{34} = 91,02 \text{ pour } 100.$$

La quantité de graisses non digérées a été de 3g,05.

En faisant le pourcentage, on a

$$\frac{3,05 \times 100}{34} = 8,97 \text{ pour } 100.$$

Composition des graisses excrétées ou non digérées. — Sur les 8,97 pour 100 de graisses non digérées, on trouve :

Graisses neutres :

$$\frac{0,25 \times 100}{0,55} = 45,24 \text{ pour } 100.$$

Acides gras libres :

$$\frac{0,30 \times 100}{0,55} = 54,75 \text{ pour } 100.$$

Savons :

0 pour 100.

2° *Méthode adoptée.*

La quantité de graisses contenues dans $1^g,30$ de fèces est de

$$GN + AG + S = 0^g,23 + 0^g,32 + 0^g,17 = 0^g,72.$$

Les graisses totales des fèces sont de

$$\frac{0,72 \times 7,20}{1,30} = 3,98.$$

La quantité de *graisses digérées* est de

$$34 - 3,98 = 30^g,02,$$

soit.......... 88,29 pour 100.

La quantité de *graisses non digérées* est de $3^g,98$,

soit............ 11,7 pour 100.

Rapport des graisses non digérées. — Sur les 11,70 pour 100 de graisses non digérées (excrétées), on trouve :

Graisses neutres :

$$\frac{0,23 \times 100}{0,72} = 31,94 \text{ pour 100.}$$

Acides gras libres :

$$\frac{0,32 \times 100}{0,72} = 44,44 \text{ pour 100.}$$

Savons :

$$\frac{0,17 \times 100}{0,72} = 23,61 \text{ pour 100.}$$

Résumé comparatif.

UTILISATION DES GRAISSES.	MÉTHODE Gaultier.	MÉTHODE adoptée.
	pour 100	pour 100
Graisses absorbées..........................	91,02	88,29
Graisses excrétées..........................	8,97	11,70
Composition pour 100 des graisses excrétées :		
Graisses neutres..........................	45,24	31,94
Acides gras libres..........................	54,75	44,44
Savons (en stéarate de soude)............	0	23,61

Analyse n° 2.

Diagnostic. — Homme sain.

Repas d'épreuve.

NATURE DES ALIMENTS.	QUANTITÉ.	TENEUR en graisses.	QUANTITÉ de graisses ingérées.
Lait	250 g	9 g	34g,39
Pain	100	0,46	
Beurre	30	24,93	

Prise de l'échantillon moyen desséché............. 1g,12

Résumé comparatif.

UTILISATION DES GRAISSES.	MÉTHODE Gaultier.	MÉTHODE adoptée.
	pour 100	pour 100
Graisses absorbées	89,97	83,67
Graisses excrétées	10,02	16,32
Composition pour 100 *des graisses excrétées :*		
Graisses neutres	39,21	21,68
Acides gras libres	60,78	38,55
Savons (en stéarate de soude)	0	39,75

Analyse n° 3.

Diagnostic. — Homme sain.

Repas d'épreuve.

NATURE DES ALIMENTS.	QUANTITÉ.	TENEUR en graisses.	QUANTITÉ de graisses ingérées.
Lait	250 g	9 g	34g,39
Pain	100	0,46	
Beurre	30	24,93	

Prise d'essai de l'échantillon moyen desséché...... 2g,50

Résumé comparatif.

UTILISATION DES GRAISSES.	MÉTHODE	
	Gaultier.	adoptée.
Graisses absorbées	pour 100 94,52	pour 100 89,20
Graisses excrétées	5,47	10,79
Composition pour 100 des graisses excrétées :		
Graisses neutres	53,84	28,43
Acides gras libres	46,15	24,50
Savons (en stéarate de soude)	0	47,06

Analyse n° 4

Diagnostic. — Homme sain.

Repas d'épreuve.

NATURE DES ALIMENTS.	QUANTITÉ.	TENEUR en graisses.	QUANTITÉ de graisses ingérées.
Lait	250 g	9 g	34g,39
Pain	100	0,46	
Beurre	30	24,93	

Prise d'essai de l'échantillon moyen desséché 1g,05

Résumé comparatif.

UTILISATION DES GRAISSES.	MÉTHODE Gaultier.	MÉTHODE adoptée.
Graisses absorbées	pour 100 82,67	pour 100 71,67
Graisses excrétées	17,32	28,32
Composition pour 100 des graisses excrétées :		
Graisses neutres	40,38	23,52
Acides gras libres	59,61	36,47
Savons (en stéarate de soude)	léger louche avec $BaCl^2$.	40

Avant de passer aux cas pathologiques, nous avons tenu à établir les rapports des diverses graisses excrétées pour 100 entre toutes les analyses se rattachant aux cas normaux, et de dresser un tableau comparatif entre les chiffres donnés par Norden et Müller, ceux obtenus et par la méthode Gaultier et la méthode adoptée par nous.

ÉTAT PHYSIOLOGIQUE NORMAL.

Tableau comparatif.

QUALITÉ des graisses excrétées.	MÉTHODE Norden et Müller.	Gaultier.	adoptée.
	pour 100	pour 100	pour 100
Graisses neutres	24,2	44,5	26
Acides gras	38,8	55,4	36,8
Savons	37	0	37,2

Ce qui frappe dans les résultats que nous venons d'exposer, ce sont les divergences qui existent entre ceux qui ont été obtenus par la méthode de R. Gaultier et la nôtre, et il ne pouvait en être autrement : en effet, nous avons montré (p. 45) que le procédé décrit par Gaultier ne permettait pas de doser les savons alcalins. Dès lors, on serait en droit de s'étonner que l'auteur en question ait pu donner comme représentant l'état de santé normal les rapports suivants qu'il appelle *coefficients d'utilisation des graisses :*

	Pour 100.
Graisses neutres	24,2
Acides gras	38,8
Savons	37,0

si nous ne retrouvions exactement ces mêmes chiffres dans le travail de Norden et Müller, chiffres que nos expériences ont entièrement confirmés.

Nous pouvons donc les admettre comme vrais, et nous en servir comme caractéristique de l'état normal dans les recherches de Coprologie appliquée, mais à la condition de faire usage soit de la méthode de Norden et Müller, soit de celle que nous avons décrite.

Celle de R. Gaultier, en effet, nous conduirait pour les cas normaux aux valeurs suivantes, comme nous venons de le voir :

	Pour 100.
Graisses neutres	44,5
Acides gras	55,4
Savons	0,0

et, comme la diminution ou l'absence de savons alcalins est, d'après R. Gaultier lui-même, le signe de l'insuffisance pancréatique, on

voit de suite à quelles conclusions absurdes on arriverait, sans qu'il soit nécessaire d'insister davantage.

Poursuivant nos recherches, nous avons appliqué l'étude de la digestion des matières grasses à un certain nombre de cas pathologiques. Malheureusement, des difficultés d'ordre matériel ne nous ont point permis de donner à cette partie de notre travail tout le développement que nous aurions désiré.

Néanmoins, en continuant à employer parallèlement les deux procédés, nous montrerons, une fois de plus, les divergences qui les séparent.

Il nous a paru d'autant plus intéressant de rechercher les cas pathologiques, que R. Gaultier, dans sa *Coprologie* (p. 331), donne pour le diagnostic des affections biliaires ou pancréatiques les règles suivantes :

A. *Au cas où la fonction biliaire est supprimée.* — 1° L'utilisation des graisses est de 37 à 53 pour 100; on retrouve dans les fèces 45 à 63 pour 100 des graisses ingérées; 2° le rapport entre les diverses parties des graisses excrétées est le suivant :

	Pour 100.
Graisses neutres	63
Acides gras	21
Savons	12

en l'absence de bile, la saponification de graisses neutres est peu empêchée, il y a peu de savons et d'acides gras, les féces ne contiennent en grande majorité que des graisses neutres.

B. *Au cas où la fonction pancréatique est supprimée.* — 1° L'utilisation, sauf pour la graisse émulsionnée comme celle du lait, sans être totalement nulle, est peu élevée, à peine 15 pour 100; 2° pour ce qui est du rapport des parties constituantes, on ne trouve pour ainsi dire que des graisses neutres.

Nous ignorons sur quelles données l'auteur appuie ces conclusions; sans doute sur les expériences de la page 215 citées sans nom d'auteur, et se rapportant à des animaux chez lesquels la fonction pancréatique ou la fonction biliaire avaient été supprimées artificiellement; il eût été intéressant de le savoir, car ce n'est certainement pas à l'aide de la méthode qu'il préconise que R. Gaultier a pu établir les règles que nous venons de citer.

II. — Cas pathologiques.

Analyse n° 1.

Diagnostic. — Dyspepsie hyperchlorhydrique.

Repas d'épreuve.

NATURE DES ALIMENTS.	QUANTITÉ.	TENEUR en graisses.	QUANTITÉ de graisses ingérées.
Pain	100 g	0,46 g	46g,71
Lait	500	18	
Beurre	30	24,93	
Pommes de terre	100	0,08	
Viande de bœuf	60	3,24	

Poids de l'échantillon moyen desséché 1g,10

Résumé comparatif.

UTILISATION DES GRAISSES.	MÉTHODE Gaultier.	MÉTHODE adoptée.
	pour 100	pour 100
Graisses absorbées	78,93	75,46
Graisses excrétées	21,06	24,53
Composition pour 100 des graisses excrétées:		
Graisses neutres	43,29	35,48
Acides gras libres	56,70	52,21
Savons (en stéarate de soude)	louche avec $BaCl^2$	12,30

Analyse n° 2.

Diagnostic. — Ictère.

Repas d'épreuve.

NATURE DES ALIMENTS.	QUANTITÉ.	TENEUR en graisses.	QUANTITÉ de graisses ingérées.
Lait	500g	18g	43g
Pommes de terre	100	0,08	
Beurre	30	24,93	

Prise d'essai de l'échantillon moyen desséché 1g,05

Résumé comparatif.

UTILISATION DES GRAISSES.	MÉTHODE Gaultier.	MÉTHODE adoptée.
Graisses absorbées	pour 100 88,65	pour 100 86,5
Graisses excrétées	11,34	13,4
Composition pour 100 des graisses excrétées :		
Graisses neutres	54,38	46,5
Acides gras libres	45,61	41,8
Savons (en stéarate de soude)	0	11,6

Analyse n° 3.

Diagnostic. — Cirrhose.

Repas d'épreuve.

NATURE DES ALIMENTS.	QUANTITÉ.	TENEUR en graisses.	QUANTITÉ de graisses ingérées.
Lait	250 g	9 g	
Beurre	15	12,46	24g,70
Viande	60	3,24	

Prise d'essai de l'échantillon moyen desséché 1g,20

Résumé comparatif.

UTILISATION DES GRAISSES.	MÉTHODE Gaultier.	MÉTHODE adoptée.
	pour 100	pour 100
Graisses absorbées	91,8	89,3
Graisses excrétées	9,1	10,6
Composition pour 100 des graisses excrétées :		
Graisses neutres	36,1	28,5
Acides gras libres	64,8	59,6
Savons (en stéarate de soude)	0	11,8

Analyse n° 4.

Diagnostic. — Cancer du pancréas.

Repas d'épreuve.

NATURE DES ALIMENTS.	QUANTITÉ.	TENEUR en graisses.	QUANTITÉ de graisses ingérées.
Biscotte	30 g	0 g	
Lait	500	18	
Beurre	30	24,93	46g,25
Pommes de terre	100	0,08	
Viande de bœuf	60	3,24	

Prise d'essai de l'échantillon moyen desséché...... 1g,02

Résumé comparatif.

UTILISATION DES GRAISSES.	MÉTHODE Gaultier.	MÉTHODE adoptée.
	pour 100	pour 100
Graisses absorbées	6,2	9
Graissos excrétées	93,7	91
Composition pour 100 des graisses excrétées :		
Graisses neutres	86	81
Acides gras libres	13,9	16,9
Savons (en stéarate de soude)	0	2

CONCLUSIONS.

Elles peuvent se résumer comme suit :

I. L'étude critique des différentes méthodes d'analyse coprologique nous a permis de les diviser en deux catégories :

a. Les méthodes d'*analyse quantitative* des graisses (celles de Schmidt et Strassbürger, Liebermann et Skézély, Denigès-Castets, etc.), devenues insuffisantes et par conséquent inutiles en Coprologie, puisque ce n'est pas la *quantité* de graisses excrétées, mais la *qualité* de ces graisses, c'est-à-dire leur composition en graisses neutres, acides gras et savons, qu'il importe de connaître pour l'exploration du tube digestif et de ses glandes annexes;

b. Les méthodes d'*analyse quantitative et qualitative* des graisses (celles d'Arthus, de Dastre, de R. Gaultier, etc.), qui sont toutes entachées d'erreur, car elles reposent en partie sur l'extraction des savons alcalins par l'éther.

II. Nous avons démontré par de nombreuses expériences que les savons alcalins (savons de soude, de potasse et d'ammoniaque) étaient totalement insolubles dans l'éther sec, même en présence de leurs acides gras correspondants. En effet, ces savons traités par l'éther sec, soit après contact prolongé, soit après épuisement direct dans l'appareil de Soxhlet, ne laissaient comme résidu, après évaporation de l'éther, que des graisses non saponifiées.

III. La méthode de R. Gaultier, que nous avons minutieusement étudiée dans tous ses détails, ne nous a nullement donné les résultats indiqués par l'auteur.

En effet, tandis que Gaultier donne comme rapports des graisses excrétées pour 100, chez l'*homme sain,* les chiffres suivants :

	Pour 100.
Graisses neutres	24,2
Acides gras	38,8
Savons	37,0

nous, de notre côté, en employant strictement la méthode de l'auteur, avons obtenu les rapports ci-dessous :

	Pour 100.
Graisses neutres	44,5
Acides gras	55,4
Savons	0,0

d'où absence complète de savons.

Par conséquent, les conclusions diagnostiques tirées de cette méthode n'ont aucune valeur.

IV. Nous avons appliqué à ce genre d'analyses une méthode simple basée sur l'extraction des savons par l'éther sec après leur décomposition préalable en acides gras par l'alcool chlorhydrique.

Nous l'avons étudiée comparativement avec celle de Gaultier; dans toutes nos analyses, nous avons obtenu des savons dont la proportion variait naturellement avec l'état pathologique, et les coefficients d'utilisation des graisses que nous en avons déduits sont sensiblement les mêmes que ceux indiqués par Norden et Müller.

COMPOSITION DES GRAISSES EXCRÉTÉES.	MÉTHODE adoptée.	MÉTHODE Norden et Müller.
	pour 100	pour 100
Graisses neutres	26	24,2
Acides gras	36,8	38,8
Savons	37,2	37,0

Nous espérons donc qu'un accueil favorable sera fait à cette méthode, car elle permet, dès aujourd'hui, d'élucider une question chimique entrée depuis peu dans la pratique, et qui complète les observations cliniques nécessaires pour établir le diagnostic des affections de l'appareil digestif et de ses glandes annexes.

PHARMACIE J. ROUSSELET
Albert ROUSSELET, Suc^r
Docteur de l'Université de Paris
PHARMACIEN DE 1re CLASSE
Ancien Interne des Hôpitaux de PARIS
9, Boul^d de la République, 9
NOISY-LE-SEC (Seine)

A. Rousselet

Mai 1909

